

Tintern Abbey

TRAITÉ COMPLET

DE MÉCANIQUE

APPLIQUÉE AUX ARTS,

CONTENANT l'Exposition méthodique des théories et des expériences les plus utiles pour diriger le choix, l'invention, la construction et l'emploi de toutes les espèces de machines.

PAR M. J.-A. BORGNIS,

INGÉNIEUR ET MEMBRE DE PLUSIEURS ACADÉMIES.

Des Machines imitatives

et des Machines théâtrales.

PARIS,

BACHELIER, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS.

1820.

PRÉFACE.

Ce volume renferme le dernier des huit traités spéciaux dont la réunion compose le *Traité complet de mécanique appliquée aux arts*. Nous n'avons rien épargné pour remplir consciencieusement et avec exactitude, la tâche laborieuse et difficile que nous nous sommes imposée. Nos efforts ont été accueillis favorablement; et la bienveillance, que le public a daigné accorder à cette entreprise, a soutenu notre courage et redoublé nos forces.

Après avoir offert au public un juste tribut de reconnaissance, nous lui devons quelques éclaircissemens sur les motifs qui nous ont déterminé à adopter le plan et la méthode suivie dans le cours de cet ouvrage.

Notre but a été de former une collection complète, autant que possible, des moyens mécaniques que les arts industriels emploient. Un grand nombre de ces moyens avaient été, il est vrai, précédemment décrits; mais, se trouvant disséminés dans une foule d'ouvrages rarés ou très-coûteux, ils échappaient, la plupart, aux recherches des personnes qui avaient intérêt de les connaître. Il était bien plus difficile encore que ces personnes acquissent la connaissance des moyens mécaniques non décrits et cachés dans l'obscurité des ateliers. On sait, en pareil cas, combien de difficultés et de dégoûts il faut surmonter pour

vaincre la défiance jalouse qui cherche à les couvrir d'un voile impénétrable.

Réunir les descriptions des uns et des autres ; les classer méthodiquement ; les mettre convenablement en œuvre ; évitant tout à la fois l'exubérance et l'obscurité ; ajouter à la description de chacun de ces objets, les résultats des expériences qui, dans les divers cas, en font connaître les avantages et les inconvéniens ; telle était la marche que nous nous proposions de suivre.

Notre ouvrage étant spécialement consacré à l'utilité des artistes, il fallait que nous évitassions soigneusement tout ce qui aurait pu les détourner de s'en prévaloir. Cette considération essentielle nous a déterminés à faire deux sacrifices. Premièrement, nous avons réduit les échelles de nos planches à la plus petite dimension, compatible avec la clarté, pour ne pas excessivement augmenter le prix de l'ouvrage. Secondement, nous nous sommes abstenu d'employer les méthodes géométriques et analytiques, ainsi que tout autre appareil scientifique.

Un autre motif nous a détournés d'entremêler les doctrines scientifiques aux détails descriptifs et aux résultats pratiques contenus dans notre ouvrage. Nous étions persuadés que les théories géométriques de la mécanique usuelle ne sauraient être exposées avec l'ordre, la clarté, la connexion, qui seules peuvent les rendre fructueuses, si l'on ne les réunit dans un traité particulier qui leur soit spécialement affecté.

Nous comprenons dans la dénomination de *théories géométriques de la mécanique usuelle*, les applications non-seulement de la géométrie proprement dite, mais encore de l'analyse et de la physique, au perfectionnement des moyens mécaniques

dont l'industrie fait usage. On ne doit point confondre cette branche importante des mathématiques avec la *mécanique rationnelle.*

La *mécanique rationnelle* soumet à son examen tout ce qui se réfère à l'équilibre et au mouvement des corps, quelle que soit leur espèce. Son domaine renferme toutes les applications que l'on peut faire des méthodes géométriques à la haute physique et à l'astronomie.

Les *théories géométriques de la mécanique usuelle* n'admettent que les recherches immédiatement applicables aux arts industriels. Cette dernière branche des mathématiques repose, ainsi que toutes les autres, sur une suite de principes qui dépendent intimement les uns des autres, qui se déduisent et s'enchaînent de telle sorte que chacun d'eux, éclairé par ceux qui le précèdent, se présente avec cette lucidité parfaite qui exclut les doutes et produit la conviction.

Les avantages précieux, qui naissent de l'enchaînement et de la connexion des doctrines géométriques, nous seraient échappés si nous les eussions parsemées dans le cours de notre ouvrage : ce mélange en aurait rendu l'étude pénible et aurait produit une bigarrure désagréable.

Nous offrirons au public un volume qui contiendra les théories géométriques de la mécanique usuelle. Ce volume, sans être intimement annexé au présent ouvrage, pourra lui servir de complément, ainsi que trois autres ouvrages particuliers que nous nous proposons de mettre successivement au jour. L'un de ces ouvrages contiendra un essai sur l'histoire et sur la bibliographie mécanique. Les machines et les instrumens de physique, de géodésie et d'astronomie seront décrits dans un autre. Le dernier enfin sera un dictionnaire de mécanique.

Le traité spécial que nous mettons maintenant sous les yeux du public, renferme deux parties distinctes ; la première, qui est la plus étendue, contient les machines qui imitent ou facilitent les fonctions vitales des corps animés ; la seconde, traite des machines théâtrales.

Les fonctions vitales sont ou corporelles ou intellectuelles. Les fonctions corporelles ont pour objet, soit de mouvoir quelque membre en particulier, soit de transférer le corps d'un lieu à un autre, soit de maintenir la vitalité à l'aide de la respiration et de la nutrition. Les fonctions intellectuelles sont les résultats des sensations, d'où naît la pensée ; et elles ont pour but principal d'en favoriser les développemens, les communications et les conséquences. Ainsi, tout ce qui tend à aider nos sens, à augmenter leur puissance et à remédier à leurs imperfections, facilite évidemment les fonctions intellectuelles.

Les moyens mécaniques d'imiter ou d'aider les fonctions vitales corporelles forment l'objet du premier livre, que nous avons divisé en quatre chapitres.

Le chapitre premier, qui traite du mouvement partiel de quelques membres, est subdivisé en deux articles. Les membres artificiels, ces mécanismes bienfaisans qui remédient en quelque sorte à des mutilations douloureuses et incommodes, sont décrits dans le premier article où nous avons passé en revue : 1°. les belles inventions à l'aide desquelles M. *Désarmeaux* est parvenu à suppléer à une main qu'il eut le malheur de perdre ; 2°. le bras artificiel de M. *Kriegseissen* ; 3°. les jambes artificielles. Dans le second article, nous avons examiné quelques *androïdes* dont les membres ont la facilité de se mouvoir à l'aide d'une force motrice étrangère, qui est placée ou extérieurement, ou bien dans le corps de l'androïde même.

Le second chapitre contient les diverses méthodes de transporter une ou plusieurs personnes d'un lieu à un autre, sans qu'elles soient astreintes à faire usage de leurs propres moyens physiques. Les véhicules qui remplissent cet office étant de trois espèces, nous avons consacré à chacune d'elles un article. Ainsi, le premier article traite des chaises à porteurs, des litières, des palanquins, des brancards et des lits mobiles à l'usage des malades. Les traîneaux et les voitures forment le sujet du second article; la structure du train, des roues, des ressorts, de la caisse des diverses espèces de voitures, les méthodes de suspension, les précautions mises en usage pour prévenir les accidens, sont examinées en détail. Le troisième article traite des véhicules-automates; nous appelons ainsi ceux dont la force motrice, placée dans le véhicule même, participe du mouvement de translation qu'elle a elle-même communiqué. Parmi les véhicules-automates, mus par des hommes, on distingue spécialement les chaises à l'usage des infirmes, nommées *trirotes*. Les véhicules-automates mus par des ressorts intérieurs, sont des objets de pur amusement; nous avons décrit deux sortes d'automates de ce genre; les uns munis de roues à pales, sont destinés à se mouvoir sur un bassin; les autres sont composés d'une petite voiture qu'un barillet à ressort met en mouvement; cette voiture est garnie de diverses figures qui semblent animées.

Les translations artificielles dans le sens vertical forment l'objet du troisième chapitre, qui renferme deux articles, dont le premier traite des chaises et planchers volans, et surtout des mécanismes utiles qui servent, en cas d'incendie, à pénétrer dans l'intérieur des édifices pour sauver les personnes et les effets. Après avoir décrit les belles inventions de MM. *Régnier*, *Daujon*, *Castera* et *Tréchart*, nous avons

ajouté quelques détails sur les expériences remarquables de M. *Van-Marum*, et sur les conséquences importantes que l'on en déduit pour maîtriser avec promptitude les incendies les plus dévorans ; la description de l'appareil anglais pour ramoner les cheminées termine cet article. Le second article traite des parachutes et des ballons.

Le dernier chapitre du premier livre contient l'examen des moyens d'imiter ou de faciliter les fonctions vitales produites par les organes intérieurs des animaux, et spécialement la respiration. Les ventilateurs et les divers appareils pour détruire le méphytisme, les émanations insalubres ou désagréables, et pour secourir les naufragés et les asphyxiés, y sont exposés en détail.

Le second livre, consacré aux procédés artificiels qui facilitent les fonctions intellectuelles, contient les méthodes d'imiter mécaniquement la voix et le chant, de fixer la pensée et d'en faciliter la propagation, de la transmettre au lointain avec célérité, et enfin de faciliter les calculs et la détermination des *quantités* diverses.

Les automates parlans, les musiques mécaniques, le notage des cylindres sont les objets principaux renfermés dans le premier chapitre.

Les polygraphes, les ambotraces, les presses à copier, l'ingénieuse machine à graver les lettres, par M. *Rochon*, les instrumens pour écrire à l'usage des aveugles, sont examinés dans le second chapitre.

Le troisième traite des signaux et des télégraphes ; on y trouve les détails de la mémorable invention de *Chappe*, des télégraphes pour la marine, des télégraphes militaires, des signaux

permanens, tels que les phares, les balises, la pyramide maritime, et enfin des signaux destinés à donner l'éveil en cas d'incendie ou d'atteinte de malfaiteurs.

Le dernier chapitre contient ce qui concerne les compteurs, les odomètres, les instrumens pour faciliter les calculs, parmi lesquels on distingue les abaques, les bâtons de *Neper*, les règles à échelles logarithmiques, les boîtes à calculer et la machine arithmétique de *Pascal*. La machine pour construire les équations, par *Clairault*, et quelques instrumens pour dessiner mécaniquement la perspective, terminent ce chapitre.

La seconde partie du volume n'est composée que d'un seul appendix, qui renferme ce qui est relatif aux machines théâtrales. Cet appendix est divisé en quatre articles, dont le premier traite des édifices antiques affectés aux spectacles publics; tels étaient le cirque, l'amphithéâtre, les bassins pour les naumachies, le théâtre et l'odéon.

Les machines théâtrales des anciens sont examinées dans le second article; le *velarium* qui couvrait leurs immenses amphithéâtres, exigeait pour sa manœuvre des mécanismes extrêmement industrieux; nous avons essayé de les deviner, en prenant pour base de nos conjectures les passages des auteurs qui en ont parlé, et l'examen des amphithéâtres antiques qui existent encore. La forme, la position et la manœuvre des décorations théâtrales antiques a été ensuite l'objet de nos recherches; nous avons combattu des suppositions qui nous paraissent erronées, quoiqu'elles aient été admises par des antiquaires célèbres.

Dans l'article troisième, on trouve la description de plusieurs théâtres modernes, et des détails sur la distribution et sur la construction des diverses parties d'un théâtre à machines, sur les pièces de service qui doivent lui être annexées, sur les

précautions à prendre pour éviter les incendies, et enfin sur l'éclairage des spectacles.

Le dernier article traite des décorations et des machines théâtrales qui servent aux changemens à vue, à l'ouverture des trappes, à la descente des gloires, et en général à la manœuvre des machines dites d'aplomb et de travers. Viennent ensuite les méthodes d'imiter le bruit du tonnerre, les éclairs, les tempêtes, les incendies, les mouvemens d'un courant d'eau et des vagues, et plusieurs autres effets de même nature.

Quelques détails historiques précèdent en général la description des nombreux mécanismes exposés dans ce volume, et dont nous avons cru qu'il importait de faire connaître l'origine et les progrès.

TABLE
DES MATIÈRES.

LIVRE SECOND.

Procédés artificiels qui facilitent les fonctions vitales intellectuelles, ou qui les imitent.

APPENDIX

DES MACHINES THÉATRALES.

ERRATA.

Page 25, lig. 21, d'un manchon *c*, *lisez :* d'un manchon C.
36, — 3, *Roues à raies flexibles*, lisez : *Roues à rais flexibles.*
45, — 13, représentée en A, *lisez :* représentée en *a*.
56, — 23, (fig. 13 et 14), *lisez :* (fig. 12 et 14).
88, — 3, un anneau *c*, *lisez :* un anneau *x*.
193, — 3, une poulie *m m*, *lisez :* une poulie m' m'.
203, — 3, *b* et *a*, *lisez : b* et *c*.
228, — 2, appartient aux châssis, *lisez :* appartient au châssis.
230, — 11, en *a* fig. 2, *lisez :* en a' fig. 2.
258, — 7, de l'avant scèue, *lisez :* de l'avant-scène.
259, — 3, en *remontant*, ils sont fixées, *lizez :* elles sont fixées.

DES MACHINES

QUI IMITENT OU FACILITENT

LES FONCTIONS VITALES DES CORPS ANIMÉS.

LIVRE PREMIER.

Imitation du mouvement partiel des membres et translation des corps animés.

1. Deux motifs peuvent déterminer le mécanicien à imiter, par les procédés de l'art, les mouvemens d'un être vivant. Le premier est de produire une illusion agréable qui surprenne et qui récrée; les *automates* et les *androïdes* n'ont point d'autre but.

2. Le second est de suppléer ou de faciliter certaines fonctions vitales, dans le cas où elles deviennent pénibles, et dans celui où elles cessent par l'anéantissement de l'organe ou des agens que la nature leur avait affectés. C'est ainsi que l'emploi des voitures et des diverses espèces de véhicules offre des moyens de translation, ou plus rapides, ou moins pénibles que la marche : c'est ainsi que les bras et les jambes artificiels réparent, en quelque sorte, des pertes douloureuses, et évitent une foule de privations et d'incommodités.

3. Quel que soit celui de ces deux motifs qui détermine le mécanicien à produire l'imitation artificielle d'une fonction vitale,

les moyens qu'il emploie ou les effets qu'il obtient, ont entre eux baucoup d'analogie. Cette considération nous a engagé à ne point séparer des machines qui tendent à des buts différens, il est vrai, mais dont la structure se rattache aux mêmes principes.

4. Ce livre renferme quatre chapitres, dont le premier traite du mouvement partiel de quelques membres; le second, des mouvemens de translation sur un plan horizontal ou oblique; le troisième, des translations dans le sens vertical; le dernier, de l'imitation de quelques fonctions vitales produites par les organes internes.

CHAPITRE PREMIER.

5. Nous parlerons d'abord des *membres artificiels;* puis, dans un second article, nous traiterons succinctement de quelques espèces d'*androïdes*, telles que les *mannequins*, les *fantoccini*, et quelques *automates sans translation*.

ARTICLE PREMIER.

Membres artificiels.

6. La confection des membres artificiels exige beaucoup d'art et de dextérité. Il faut qu'ils réunissent la légèreté à la solidité, l'imitation exacte des formes extérieures à la facilité, à la douceur et à l'exactitude des mouvemens ; cela ne suffit pas, il faut qu'on puisse les placer et les déplacer avec promptitude et sûreté, et surtout qu'ils ne produisent ni douleur ni gêne.

7. Depuis long-temps des artistes se sont appliqués avec plus

ou moins de succès à la construction de ces mécanismes bienfaisans ; mais ce n'est que depuis quelques années qu'on est parvenu à leur donner un degré de perfection très-satisfaisant ; les Anglais y ont spécialement contribué, et plusieurs mécaniciens français les ont suivis de bien près ; ces derniers ne se sont point contentés d'imiter les belles productions de leurs rivaux industrieux, mais ils y ont ajouté d'utiles modifications. Parmi ces mécaniciens on doit citer avec éloge MM. *Désarmeaux*, *Daveria*, *Daret* et *Daujon*.

8. Trois sortes de membres artificiels sont en usage : 1°. le mécanisme au moyen duquel on remplace une main amputée ; ce mécanisme est ordinairement désigné par le nom de *poignet artificiel* ; 2°. le *bras artificiel* ; 3°. la *jambe artificielle*.

Poignet artificiel de M. Désarmeaux, Pl. I, fig. 6, 7 *et* 8.

9. M. *Désarmeaux*, ayant eu le malheur de perdre la main gauche qui fut amputée à la jointure du poignet, par suite d'une blessure, imagina un poignet artificiel très-remarquable, à l'aide duquel il peut en quelque sorte suppléer à la main amputée et se livrer à des travaux nombreux.

10. Le poignet artificiel de M. *Désarmeaux* lui donne le moyen d'effectuer les opérations suivantes :

1°. De s'emparer des objets, de les soulever, de les porter ou changer de place ;

2°. De se servir de tous les outils, en général, qui se manient à deux mains, tels que, le marteau, la hachette à tête de marteau, les lames de serpettes et de couteaux, la faucille, la truelle, la brosse, l'étrille, le briquet, la poignée d'une varlope, les bouts des manches d'un fléau à battre en grange, d'un merlin à fendre le bois, d'une pelle, d'une pioche, d'une cognée ;

3°. De faciliter le moyen de monter à cheval, en s'appuyant sur le cou de l'animal, en s'enlevant sur le poignet gauche, lorsque le pied est passé dans l'étrier du montoir, et enfin, de tenir la bride ;

4°. De se servir d'un fusil de chasse ou d'un fusil de munition, de charger ce dernier avec des cartouches ordinaires, l'autre en puisant avec une mesure la poudre et le plomb nécessaires dans un fourniment disposé en conséquence. Avec le fusil de munition, M. *Désarmeaux* porte l'arme, il la présente, il la charge, met en joue, tire jusqu'à cinq ou six coups par minute, la passe sous le bras, la tient au repos du côté gauche, le canon en-dessus ; il met le genou en terre en présentant l'arme; il se relève, croise la baïonnette, et, par un tour de moulinet, présente alternativement crosse ou baïonnette, le tout avec une célérité admirable, et aussi promptement que le pourrait faire un autre avec ses deux mains ;

5°. Le poignet de M. *Désarmeaux* pourrait remplacer la main droite, dans plusieurs opérations qui lui sont propres, telles que d'écrire et de dessiner.

11. Les opérations que nous venons d'énumérer s'effectuent à l'aide de plusieurs outils particuliers, dont le manche est fait de manière à pouvoir s'introduire dans une espèce de boîte *a* (fig. 6) que l'on fixe à l'extrémité de l'avant-bras, à l'aide d'un brassard *b*, en cuir fort, qui est fixé à la boîte par six vis à tête fraisée. Deux petites courroies *c c* réunissent ce brassard à un second *d* enveloppant le bras. Il faut que les courroies *c c* aient une longueur suffisante pour ne pas gêner le mouvement du coude.

12. Le brassard *d* se lace sur le devant, et se prolonge par une large plaque de cuir qui aboutit à l'épaule droite, la recouvre et revient en avant. Une bande de cuir de deux pouces

de large est cousue à cette plaque par derrière, et, traversant sur le dos, elle va se rattacher à une ceinture *m m*, où elle est aussi cousue. Une autre courroie *f* part de ladite plaque de cuir à laquelle elle est attachée au-dessus du sein droit, traverse la poitrine, et aboutit à une boucle *g* fixée à la ceinture *m m*.

13. La boîte *a*, qui est la partie principale de l'appareil, est formée d'un morceau de bois légèrement conique de deux pouces et demi de diamètre, sur trois pouces et demi de longueur; elle est percée, au centre, d'un trou de dix lignes en carré à l'entrée, et de huit lignes vers le fond. Ce trou est revêtu sur ses quatre faces d'une feuille de tôle d'une ligne d'épaisseur, contournée en forme d'étui carré, de la longueur du morceau de bois, et qui joint parfaitement contre les parois du trou.

Le bout antérieur du morceau de bois est muni d'une boîte en fer qui l'embrasse sur une longueur de neuf lignes; elle y est fixée par des vis à têtes fraisées. Le fond de cette boîte est percé d'un trou carré, dans lequel est ajustée et soudée l'extrémité de l'étui, de manière à ne faire avec la boîte qu'une seule et même pièce.

14. Les outils ou instrumens de rechange s'emmanchent dans l'étui, à tenon carré de 2 pouces 10 lignes de longueur. Ces outils sont retenus de la manière suivante : un ressort *x* (fig. 7), ayant 3 lignes et demie de largeur, est encastré et fixé à l'une des faces de chaque tenon; il est muni d'une dent d'arrêt *y*, qui permet au tenon d'entrer dans la boîte, et qui se loge ensuite dans l'une des cavités pratiquées à cet effet dans les parois de l'étui, à 3 lignes de distance du bord antérieur, et s'opposant ainsi à la sortie du tenon jusqu'à ce qu'on presse sur le bouton *z* pour abaisser le ressort dans son encastrement, et dégager la dent d'arrêt *y* de dedans la cavité destinée à la

recevoir; et, comme M. *Désarmeaux* a pratiqué sur chacune des faces de l'étui une cavité propre à recevoir la dent d'arrêt, il peut donner à chaque instrument dont il se sert quatre positions différentes, suivant la nature et le besoin du travail.

15. M. *Désarmeaux* saisit divers objets, les soulève et les transporte par un moyen bien simple; (fig. 6), il a placé à demeure, sur le côté intérieur de son poignet artificiel, un crochet *p* en fer demi-rond de 7 pouces de longueur, muni d'une tête à son extrémité, et maintenu par une plaque de fer; cette plaque est formée de manière que la tige du crochet peut aller et venir dans cette plaque; un ressort empêche le crochet de ballotter.

16. Le maniement des armes à feu se fait au moyen d'une douille en fer en forme de gouttière, embrassant le bois du fusil immédiatement au-dessous de la première capucine, où elle est maintenue par quatre vis. A cette douille est fixé un bouton à tête plate circulaire percée d'un trou, et qui s'emboîte dans une chape de même forme, terminée par une queue munie d'un ressort à bouton; de cette manière, et lorsque la queue est entrée dans le poignet artificiel, la douille se meut dans le sens vertical seulement, et reste fixée au fusil; quand on ne s'en sert plus, on la retire avec beaucoup de facilité, au moyen du ressort à bouton.

17. On voit, fig. 7 et 8, un manche dont le tenon A, muni d'un ressort *x*, *y*, s'adapte au poignet artificiel. Ce manche est construit de manière que, si l'on fixe la queue *p* d'un instrument quelconque, en faisant traverser cette queue par le boulon *m*; l'instrument ainsi fixé, pourra avoir en même temps deux mouvemens de rotation, dont les plans se croisent perpendiculairement, l'un autour du boulon *m*, et l'autre autour du centre *r*. C'est au moyen de ce manche que M. *Désarmeaux*

peut aisément se servir d'un grand nombre d'instrumens qui se manient à deux mains.

18. La fig. 9 représente le porte-bride pour monter à cheval; il est formé d'un croissant en fer *r*. La rêne droite de la bride s'engage dans l'ouverture *s* du croissant, la gauche dans celle marquée *t*; on les ramène ensuite dans l'ouverture *u* de la queue en équerre, et on les fixe en dessous par un coulant en cuir. Lorsqu'on monte à cheval, on appuie ce croissant sur l'arçon de la selle ou sur le cou de l'animal, qu'il embrasse en partie; on engage le pied gauche dans l'étrier, on appuie la main droite sur la selle et on s'enlève sur le croissant.

Bras artificiel, Pl. I, fig. 1, 2, 3, 4 *et* 5.

19. Le bras artificiel de l'invention de M. *Kriegseissen*, étant revêtu de peau, imite la forme et les mouvemens d'un avant-bras et d'une main naturelle. Ce mécanisme ne peut être adapté qu'à un bras qui ait été amputé sous le coude; car les parties mobiles du bras artificiel reçoivent tous leurs mouvemens de celui qui fait la jointure du coude.

20. Le bras artificiel de M. *Kriegseissen* est formé de feuilles de cuivre. Le *brassard* A, fig. 1, 2 et 3, envelope le bras naturel *au-dessus du coude*; des courroies servent à le fixer. L'*avant-bras artificiel* B est réuni au brassard A par les axes *a* et *b* autour duquel il peut avoir un mouvement de rotation; les échancrures C ont pour objet de ne pas empêcher ce mouvement.

Les axes *c*, *d'* servent tout à la fois d'axe de rotation et de point de réunion de la paume de la main D avec l'avant-bras B.

Les doigts 1, 2, 3, 4, sont assujettis à la traverse *f f*, et cette traverse tourne autour des points *d d*, qui font partie de la paume de la main. Les doigts sont échancrés *x x x x*, fig. 1, du côté du dedans de la main: et du côté opposé, fig. 2, ils

*

sont assemblés à charnière en *y y y y*. Ces charnières représentent les articulations des phalanges. Le pouce *m* n'a qu'un seul mouvement, qui est de se rapprocher tout entier des autres doigts, pour serrer ou pour prendre quelque chose.

21. Lorsque le bras et l'avant-bras sont étendus en ligne directe, la main est ouverte comme on le voit fig. 1 et 2. Quand au contraire l'avant-bras se plie et fait angle avec la partie supérieure du bras comme la fig. 3 l'indique, alors, le pouce se rapprochant des autres doigts qui se replient, la main artificielle peut prendre et soutenir divers objets avec d'autant plus de force que l'angle est moins ouvert. Voici comment cet effet est produit.

22. Deux cordes à boyau (fig. 1, 3) sont fixées aux points 5, 6, du brassard A, passent sur de petites poulies 7, 8, adaptées au même brassard, et vont aboutir, l'une au point 9, et l'autre au point 10. La corde 5, 7, 9, fait mouvoir la paume de la main, et rapprocher le pouce des autres doigts; la seconde corde 6, 8, 10, fait incliner les doigts.

23. Le fig. 4, dessinée sur une plus grande échelle, est destinée à démontrer comment les doigts se replient et se redressent. Cette figure est une coupe longitudinale de la main prise sur la ligne *z z*, fig. 2. Ainsi *a a*, fig. 4, indique la coupe de la paume de la main; *c*, *d*, un des doigts, dont la partie *c* tourne autour du point 3, et la partie *d* autour du point 4. On voit en *x* l'échancrure qui permet le mouvement de la partie supérieure *d* du doigt. Un ressort *f* tend à relever cette partie, qui se contracte et se déprime par l'action de la corde à boyau *n*, *o*, *p*. Cette corde est attachée fixement aux deux points *n*, *p*, et elle passe à travers un trou *o*, pratiqué dans la pièce *d'* (dont on voit l'élévation en T). Cela posé, on conçoit que si une force fait plier la partie *c* du doigt, la pièce *r* devra se replier dans la cavité *g*; et, en se repliant, elle attirera la partie supérieure *d* du

doigt, par l'action de la corde *n*, *o*, *p*; et alors le doigt prendra la position indiquée par la ligne ponctuée *s*, *t*. Le ressort *w* que l'on voit aussi fig. 2, sert à relever les doigts en entier.

La force qui fait plier les doigts est l'action de la corde 6, 8, 10 (fig. 3), qui, en se rattachant à l'extrémité 10 de la paume de la main, l'attire, si le coude se replie, et se relâche s'il se redresse.

La fig. 5 indique le pouce mobile autour du point *l*, qui est attiré par la corde 5, 7, 9. Un ressort indiqué en *v*, fig. 2, le rappelle en arrière, aussitôt qu'il a cessé d'éprouver la traction de la corde.

Jambe artificielle.

On trouve, dans la Gazette de santé du 11 juillet 1815, la description suivante, d'une jambe artificielle.

24. « M. *Krivtzoff*, colonel des gardes de S. M. l'empereur de Russie, a perdu la cuisse gauche par un boulet de canon, à la bataille de Culm. L'amputation a été pratiquée à peu près aussi haut que possible, c'est-à-dire, que le moignon n'a guère que deux ou trois doigts de longueur, ce qui devait rendre l'application d'un membre artificiel fort difficile; aussi ce n'est qu'après bien des essais infructueux qu'un ouvrier anglais est parvenu à mettre ce brave officier en état de marcher sans beaucoup de peine.

» Le membre artificiel dont se sert aujourd'hui M. *Krivtzoff*, est fait avec tant d'art, que les personnes qui n'en sont pas prévenues, le voient communément faire à pied de très-longues courses, sans se douter qu'il ait d'autre incommodité qu'une simple raideur d'articulation. »

25. Voici les particularités qui distinguent ce membre artificiel.

« 1°. *Le pied* offre d'abord une articulation qui figure celle des *orteils* avec le *métatarse*. Cette articulation, sans aucun

ressort, permet au bout du pied de s'élever d'environ 40 à 45 degrés; ce mouvement, qui facilite la marche est naturellement borné par la raideur de la peau, dont le pied est garni, et par la résistance du soulier.

» Le pied est articulé à sa réunion avec la jambe. Les mouvemens de flexion nécessaires à la marche offrent une résistance suffisante, par l'effet d'une lanière de cuir peu extensible, et enfin sont définitivement bornés par la rencontre des pièces de l'articulation; mais cette rencontre ne produit ni bruit, ni secousse, parce que la résistance graduée de la lanière, empêche qu'elle ne soit brusque et subite. Deux ressorts à boudin, dont l'un représente le *tendon d'Achille*, tandis que l'autre, placé en long sur le devant du *coude-pied*, tient lieu de *tendons fléchisseurs*, contribuent à rendre les mouvemens de flexion et d'extension du pied plus doux, à les proportionner au poids du corps qui doit les produire. Le premier de ces ressorts est garni intérieurement d'un axe de bois mobile, pour le défendre des chocs extérieurs.

» 2°. *La jambe.* Le gras en est figuré en liége pour plus de légèreté. Elle s'articule aussi avec la cuisse, et exécute un simple mouvement de flexion et de redressement en devant. Une forte bande de cuir, portant en bas une *rotule*, est attachée par le haut à trois ressorts de bretelle, cachés dans l'épaisseur de la cuisse. Elle borne le mouvement de flexion nécessaire quand on s'asseoit, et sert à ramener la jambe dans l'extension, lorsqu'elle est abandonnée à son propre poids.

» 3°. *La cuisse.* Toutes les parties dont il a été fait mention jusqu'à présent ne sont point indispensables, et l'on peut, si l'on veut, les remplacer par une jambe inflexible, ou même par un simple bâton ou pied-droit. La cuisse est la partie dont la construction est la seule importante, puisque la grande difficulté était

de la faire adapter au moignon, et d'y trouver un point d'appui sur lequel le corps puisse se soutenir dans la marche et la station, en même temps qu'on aurait les moyens de la mettre en mouvement pour la progression. Cette cuisse est en bois creusé pour recevoir le moignon; mais les parois en ont beaucoup d'épaisseur (environ un pouce) : cette épaisseur permet au corps de porter sur le rebord, sans que les parties en soient blessées. L'intérieur de la cavité, parfaitement poli et sans garniture, reçoit le moignon et embrasse le haut de la cuisse, de façon que le corps porte en dedans sur *l'arcade pubienne*, en arrière sur la *tubérosité ischiatique* ; en dehors, ce rebord forme une crête, qui s'applique contre le grand *trochanter*, et affermit la position de ce membre artificiel. Il est d'abord maintenu en position par une espèce de demi-culotte, en peau de daim piquée, qui embrasse la hanche et la fesse gauche, et s'adapte en avant et en arrière, par trois boutons, à une forte bretelle passée sur l'épaule droite. La façon la plus convenable est de mettre le moignon nu dans la cavité; il s'y échauffe moins, n'y est d'ailleurs nullement gêné; et, lorsqu'on a beaucoup marché, il est plus difficile de faire porter la pression sur les parties qui ne sont pas fatiguées. Au bas de la cavité formée par la cuisse est un trou destiné à y faire pénétrer l'air, lorsque le moignon y est placé. Tout l'appareil peut s'enlever en un instant, en défaisant les trois boutons qui tiennent aux bretelles.

26. » Ce membre légèrement matelassé et garni convenablement de peau, est ensuite enveloppé d'une peau de daim collante, sur laquelle se placent les vêtemens. Cette jambe artificielle pèse 7 livres. »

27. La ville de Paris possède plusieurs habiles constructeurs de jambes artificielles, parmi lesquels on distingue M. *Daveria* menuisier-mécanicien, rue du Port-Mahon n°. 14;

et M. *Daret* (*a*), rue du Four, n°. 22, faubourg St-.Germain, qui a construit pour le prince de Hesse-Philipstadt, une jambe artificielle en liége et bois dont le poids n'est que de quatre livres et demie.

28. Les jambes artificielles que M. *Daret* construit sont en bois de tilleul évidé; le mécanisme en est simple, et peu susceptible de dérangement.

La jambe artificielle est douée d'un mouvement de flexion au genou, et d'articulation aux chevilles, au coude-pied et à l'orteil. Le mouvement qu'elle reçoit en marchant lui donne un raccourcissement suffisant pour la diriger en avant en ligne droite, ce qu'on ne peut obtenir avec les jambes de bois ordinaires, qui exigent qu'on donne un circuit au pied pour ne pas buter contre les irrégularités du chemin. Ce circuit ralentit nécessairement la marche, et produit un effet désagréable à l'œil.

29. Un ressort de tension agit lui-même sur la jambe artificielle, pour la ramener au centre de gravité, et le moignon qui est renfermé dans le cuissard, la replace dans la position qu'elle doit avoir pour supporter le poids du corps qui s'appuie dessus.

Le mécanisme de cette jambe est si solide que, quand même le ressort de tension viendrait à manquer, il n'en résulterait aucun accident; elle permet de se tenir debout, au milieu d'une chambre, les bras croisés, et de prendre toute autre position, comme de s'asseoir et de se lever, de se baisser jusqu'à terre, sans que les deux pieds cessent de rester l'un près de l'autre; on

---

(*a*) M. *Daret* est le constructeur de la somptueuse machine à vapeur pour broyer le chocolat, que le public admire dans le magasin de M. *Pelletier*, rue de Richelieu. Cette machine est chargée de dorures et d'ornemens de très-bon goût, qui la rendent un objet de luxe plutôt que d'utilité ; elle se distingue par l'exécution la plus soignée, et surtout par la douceur de ses mouvemens. M. *Daret* a inventé une belle et utile machine pour fabriquer les bouchons de liége sur le tour.

peut fléchir à la fois les deux genoux et les relever également; et tous ces mouvemens sont effectués sans bruit, et de telle sorte, que l'œil pourrait les croire naturels.

30. Le nerf extenseur et le tendon d'Achille sont figurés par des ressorts à boudin en laiton écroui qui produisent un effet si rapproché de l'effet naturel, qu'il faut un examen scrupuleux pour en faire la distinction.

Article II.

De quelques androïdes.

31. Les *mannequins* et les *fantoccini* sont des espèces d'*androïdes*, dont les membres mobiles peuvent recevoir les diverses positions que prennent ordinairement les membres correspondans d'un homme vivant. En général on désigne, en mécanique, par le nom d'*androïde* une représentation du corps humain, qui non-seulement imite ses formes, mais aussi quelques-uns de ses mouvemens ou de ses fonctions vitales.

32. Les *mannequins* et les *fantoccini* sont des statues plus ou moins grandes, que l'on couvre de draperies ou d'habillemens divers, et dont les membres, étant réunis à articulation, sont susceptibles de prendre des positions variées, par l'action d'une force motrice étrangère.

33. Cette force motrice peut agir ou immédiatement sur chaque membre en particulier dont on veut changer la position, ou bien par l'intermédiaire de fils ou de cordes que l'on peut faire aboutir à un même endroit plus ou moins éloigné des divers membres. Dans le premier cas, l'*androïde* est un *mannequin*; dans le second, c'est un *fantoccini*. Si la force motrice est placée dans le corps de la statue, celle-ci prend alors le nom d'*automate*.

Mannequins.

34. Le mannequin est très-utile aux peintres et aux sculpteurs ; il supplée en quelque sorte au modèle vivant, et leur offre un moyen facile de choisir des draperies d'un bel effet, et des poses avantageuses.

35. Le bras artificiel que nous avons décrit (19), et représenté Pl. I, fig. 1, 2, 3, 4, 5, donne l'indication d'un des modes d'articuler un mannequin. Il faut observer que chacune des articulations du bras sus-indiqué ne permet qu'un mouvement circulaire dans un seul sens. Il est des cas où il est nécessaire d'employer une autre sorte d'articulation qui soit susceptible de permettre des mouvemens circulaires en divers sens.

36. Une boule (Pl. I, fig. 10.), renfermée dans des cavités sphériques d'une même courbure, est le moyen le plus simple d'obtenir des mouvemens circulaires en tous sens ; on fait un grand usage de ce moyen, non-seulement dans la construction des mannequins, mais encore dans celle des *planchettes* et d'autres instrumens de géodésie.

Les deux cavités *a*, *l*, qui embrassent la boule, sont serrées plus ou moins à l'aide d'une vis, laquelle donne le moyen de fixer la boule dans la position que l'on aura choisie.

37. Le second moyen de faire des articulations qui se meuvent en divers sens, est celui des axes croisés, à l'instar de ceux qui sont employés pour suspendre les boussoles. La fig. 11, Pl. I, indique une articulation à axes croisés. Les directions des axes 1, 2 et 3, 4, se croisent à angles droits : les points de rotation 1, 2, appartiennent au cercle extérieur, lequel soutient et est traversé par ceux du cercle intérieur.

38. On voit, fig. 12, une autre espèce d'articulation à axes croisés, dans laquelle le pivot *x, x,* est doué de la faculté de tourner autour de son axe, tandis que le levier *y y* peut avoir un mouvement vertical autour du point *z*.

Fantoccini.

39. Les *fantoccini* sont une sorte de marionnettes perfectionnées, dont les membres réunis à articulation sont mus à l'aide de cordes à boyaux très-fines, qui toutes aboutissent à un tuyau fixé perpendiculairement au-dessus de la tête de la figure; les cordes traversent ce tuyau, et chacune d'elles est terminée par un anneau. Un crochet est adapté au sommet du tuyau. L'homme qui veut faire jouer le *fantoccini*, tient ce crochet avec une de ses mains, et il passe les doigts de l'autre dans les anneaux des cordes qui sortent du tuyau; et, en tirant tantôt l'une, tantôt l'autre, il fait mouvoir les bras et les jambes de la figure. Les mouvemens de la tête sont produits par le tuyau même qui y est adapté. Il faut diminuer autant que possible les dimensions de ce tuyau, pour qu'il soit moins apparent.

40. Les *fantoccini* étaient jadis réservés à l'amusement des enfans et du bas peuple. Un artiste plein de talent est parvenu à rendre ce spectacle digne de la curiosité des gens instruits et des hommes de goût. Il a fondé à Milan un spectacle de *fantoccini*, qui a acquis une sorte de célébrité, et que les étrangers ne manquent point de visiter; cet établissement est connu sous le nom du théâtre de *Girolamo*. Le directeur, doué d'une dextérité admirable, représente avec ses fantoccini des pièces à grand spectacle, et surtout des ballets, où l'on voit ces petites figures exécuter des pas et des pirouettes de manière à exciter la jalousie de plusieurs danseurs vivans. De charmantes décorations peintes par les artistes les plus habiles, des accessoires

riches et brillans, une fort jolie salle, concourent à augmenter les agrémens de ce spectacle intéressant.

De quelques automates.

41. Nous ne parlons ici que des automates qui ne sont pas doués d'un mouvement de translation, mais dont quelques-uns des membres se meuvent par l'action d'une force cachée intérieurement.

42. Le moteur résulte, communément, de la force élastique d'une lame spirale renfermée dans un barillet. L'extrémité intérieure de la lame est fixée à l'axe du barillet, et l'autre extrémité à un point de sa circonférence. L'axe peut tourner indépendamment du barillet, mais seulement dans le sens opposé à la rotation ordinaire de celui-ci. Une roue à rochet lui interdit le mouvement opposé. Si donc on fait tourner l'axe, à l'aide d'une clef, sans que le barillet se meuve, les circonvolutions de la lame spirale se resserreront de telle sorte que, quand la clef aura cessé d'agir, la lame fera effort pour reprendre son premier état : il est évident que cette réaction ne peut alors s'effectuer sans que le barillet ne tourne dans l'autre direction, et sans qu'il n'entraîne dans son mouvement tous les mobiles qui lui seront opposés, et qui ne seront pas assez vigoureux pour l'arrêter. Tel est le moteur qui met en mouvement les horloges à pendules qui décorent les appartemens. Ce même moteur est le plus approprié au jeu des automates.

43. La transmission du mouvement aux diverses parties mobiles de l'automate se fait, ou à l'aide de cames (*a*) adaptées à

(*a*) Le mot *came* désigne, en général, une petite partie saillante qui s'élève au-dessus de la surface convexe d'un cylindre.

un cylindre tournant, ou à l'aide de chevilles fixées sur le plan d'une roue, à des distances déterminées. Chacune de ces cames ou de ces chevilles rencontre successivement l'extrémité d'un levier, lequel pousse immédiatement une des parties mobiles, si elle est à sa portée; et alors on donne à ce levier une courbure convenable pour que son action puisse s'exercer avec facilité et sans empêchement.

44. Il faut que la partie de l'automate que le levier a mise en mouvement reprenne sa première situation après que le levier a cessé d'agir; à cet effet, on se sert d'un ressort ou d'un poids réacteur dont l'action s'exerce en sens contraire de celle du levier.

45. Souvent une partie mobile, ou est trop éloignée du levier, ou est placée de manière qu'il ne puisse l'atteindre; dans ce cas, un fil sert d'intermédiaire entre l'un et l'autre, et de petites poulies de renvoi peuvent aisément replier le fil en divers sens.

46. Quelquefois l'action d'un levier suffit pour faire agir plusieurs parties à la fois. La fig. 14, Pl. I, en indique un exemple fort simple; *a a* représente un automate qui doit tout à la fois incliner le corps, baisser la tête et élever le bras, par un mécanisme qui se trouve placé dans l'intérieur du siége sur lequel la figure est assise. La roue *b b* (que l'on suppose mue par un engrenage qui communique avec le barillet moteur) porte une cheville saillante *x* qui, en poussant le levier *c c*, fait incliner le corps A de l'automate. Voyons maintenant comment cette inclinaison produit les deux autres effets que nous avons indiqués, c'est-à-dire, de baisser la tête et d'élever le bras.

47. Un fil 1, 2, 3 est attaché au point 1 de la tête, passe sur la poulie 2, et aboutit au point 3 où il est fixé; par cette disposition, la poulie 2 sert de centre de rotation au fil, tandis que le

corps A de l'automate s'incline ; mais, comme la distance entre la poulie 2 et le point 1 est plus grande que celle entre le centre de rotation *y* du corps A et le même point 1, il s'ensuit que, par la différence des arcs qui correspondent à ces deux distances, le fil exercera une traction sur le point 1, et fera baisser la tête tandis que le corps s'incline.

48. Le second fil 4, 5, 6, qui est attaché aux points 4, 6, et passe sur la poulie 5, doit évidemment soulever le bras B quand le corps A s'incline. Des ressorts *e*, *f*, *g* remettent les parties mobiles à leur première situation, aussitôt que la cheville *x* a abandonné le levier *c c*.

49. Nous ne nous arrêterons pas plus long-temps sur cette espèce d'automates ; et nous nous réservons de donner, dans les chapitres suivans, la description des automates susceptibles de mouvemens de translation, et de ceux qui imitent les fonctions vitales internes et les fonctions intellectuelles des êtres vivans.

CHAPITRE SECOND.

Des méthodes de translation artificielle sur un plan horizontal ou incliné.

50. Les méthodes dont il s'agit ont pour but de transférer une ou plusieurs personnes d'un lieu à un autre, sans qu'elles soient obligées de se fatiguer par une marche pénible ; ou bien elles ont pour objet d'imiter la marche de l'homme et des animaux.

51. Les véhicules aptes à transporter les hommes sont de trois espèces. La première contient les chaises à porteur, les li-

tières, les palanquins et les brancards. Les traîneaux, et les voitures qui sont tirées par des chevaux ou d'autres animaux, constituent la seconde espèce. Les véhicules de la troisième espèce ont pour moteurs des agens portés par la machine même. Nous consacrerons un article spécial à chacune de ces espèces.

ARTICLE PREMIER.

Chaises à porteur, litières, palanquins et brancards.

52. De tous les moyens imaginés pour que l'homme puisse se transporter d'un lieu à un autre, sans qu'il soit astreint à faire usage de ses propres moyens physiques, le plus facile, et par cette raison le plus anciennement employé, est celui de la chaise à porteur. Si l'on fixe des deux côtés d'un siége quelconque deux bâtons parallèles, placés horizontalement à la même hauteur, la chaise à porteur est disposée; et, pour en faire usage, il suffit que deux hommes se placent entre les bâtons, l'un en avant du siége et l'autre derrière; qu'ils élèvent ces bâtons, et qu'ils les soutiennent, soit avec leurs bras, soit à l'aide de courroies appuyées sur leurs épaules, soit en les plaçant sur les épaules mêmes. Telle est la chaise à porteur la plus simple.

53. La personne assise sur ce siége portatif n'éprouve point, à la vérité, la fatigue de la marche; mais elle n'est point à l'abri du soleil, de la pluie, du vent. Les moyens de parer à cet inconvénient n'étaient point difficiles à trouver : un parasol suspendu au-dessus du siége, une draperie soutenue par des appuis légers, et enfin un coffre qui environne et renferme le siége, ont été tour à tour les expédiens dont on s'est servi.

54. Le luxe et la mollesse ajoutèrent de nouvelles modifications aux chaises à porteur : au siége on substitua un lit sur le-

quel on était mollement couché ; des sculptures, des dorures, des broderies, des franges et des ornemens de toute espèce, les enrichirent ; et enfin on multiplia d'une manière étrange le nombre des porteurs. Le siége portatif dont l'empereur de la Chine fait habituellement usage est porté par trente-deux hommes.

55. Le grand nombre d'esclaves que possédaient les gens riches chez les anciens, les mettait à même de se servir de siéges portatifs préférablement aux voitures, soit dans leurs voyages, soit dans leurs courses habituelles.

56. Les Romains faisaient usage de deux sortes de siéges portatifs, l'une desquelles était nommée *basterna*, et l'autre *lectica.*

57. La *basterna*, spécialement destinée à l'usage des dames de qualité, était portée par deux mulets ; un coffre doré et à jour de deux côtés l'environnait et formait une sorte de cabinet suspendu, dont l'intérieur était garni de coussins.

58. Les hommes se servaient d'ordinaire de l'autre espèce de siége portatif nommée *lectica* (litière), qui était portée par des esclaves; la *lectica* changeait de nom suivant le nombre de porteurs : ainsi on l'appelait *tetraphorum*, si elle était portée par quatre esclaves ; *exaphorum*, ou *octophorum*, lorsqu'elle était portée par six ou par huit.

59. Les Romains faisaient usage d'une litière qui n'était point portative, mais qui séjournait dans les appartemens : c'était une espèce de petit cabinet bien clos, revêtu intérieurement de coussins, dans lequel on se renfermait pour lire, pour travailler ou pour reposer commodément; on l'appelait *lecticula lucubratoria.* Il est étonnant que nos modernes *Lucullus* n'aient point encore adopté ce meuble *confortable.*

60. La *lectica* pouvait souvent contenir plusieurs personnes ;

mais le siége portatif que l'on nommait *sella* ne servait qu'à une seule personne, et il était moins élevé que la *lectica*.

61. Les Orientaux font encore un très-grand usage de litière. Le palanquin des *Indous* est une sorte de lit portatif, suspendu par des cordes, à un long morceau de bois de bambou courbé vers le milieu, et qui est porté sur les épaules de deux ou d'un plus grand nombre d'hommes. Les personnes assises ou couchées dans un palanquin sont placées sur des coussins et des tapis; des draperies environnent le palanquin que l'on recouvre de toile cirée en cas de pluie. Les ornemens des palanquins sont proportionnés au rang et aux facultés des personnes qui s'en servent; ceux des personnes marquantes sont décorés avec beaucoup de magnificence.

62. Il est une espèce de lits portatifs qui méritent une attention toute particulière; ce sont ceux destinés au transport des malades, et des blessés. M. *Daujon* s'est appliqué avec zèle et succès à perfectionner ces machines; il a inventé des brancards qui réunissent la légèreté à toutes les commodités désirables; des fauteuils mécaniques dont le dossier est susceptible de prendre diverses positions, et qui en un instant peuvent se transformer en lits; et des lits suspendus et mobiles en divers sens. Parcourons quelques-unes de ces inventions intéressantes, si utiles à l'humanité souffrante.

Brancards pour le transport des malades ou des blessés, par M. Daujon.

63. Les brancards que M. *Daujon* construit sont tous légers, d'une forme simple, et parfaitement appropriés à leur but; ils réunissent à ces avantages la propriété de pouvoir être démontés avec promptitude, et d'occuper alors un espace très-circonscrit.

64. L'un des brancards dont il s'agit est composé de deux

pans en bois de sapin auxquels se lient, à charnière, de chaque côté, deux traverses en bois de hêtre, distantes de six pieds l'une de l'autre. Une charnière leur donne le moyen de se plier dans le milieu, pour rapprocher au besoin les pans; un crochet en fer plat, qui est établi sur la surface antérieure de chaque traverse, sert à maintenir celles-ci fixées lorsqu'elles sont développées pour le service; une toile imperméable est broquetée sur les deux pans, et forme la couche du malade. Quatre montans arrêtés au dehors des pans et près des bras, par des boulons à écrou, sont garnis, à leurs extrémités, de douilles en fer destinées à supporter une couverture en coutil ciré qui devient le ciel de la couche, et dont les pentes déployées dérobent le malade à la vue des curieux; lorsqu'on ne se sert point du brancard, on le replie sur lui-même, on enlève et roule la couverture, et alors un seul homme peut le porter aisément sur son épaule.

65. La fig. 6, Pl. II, représente un autre brancard construit par M. *Daujon*. Un châssis A A couvre le brancard. Les fig. 4, 5, indiquent plus clairement les détails du châssis, lequel peut être monté et démonté avec une grande facilité; à cet effet, les côtés *y y*, fig. 5, ont des charnières *z* dans le milieu, pour les plier en deux et leur faire occuper moins de place; les courroies *x x*, fig. 4, sont fixées et retenues par des boucles *g*, *g*.

66. Un dossier sanglé B B, fig. 6, tourne autour des points *m m*, et il forme un angle plus ou moins ouvert; un arc *p p* en fer le soutient par derrière; cet arc est foré de plusieurs trous pour qu'un boulon puisse le fixer au point convenable.

67. Le cintre en fer *t t* sert à soutenir une étoffe qui voile le brancard.

Fauteuil mécanique pour les malades, par M. Daujon.

68. Le siége, les deux montans du dossier, et les bras de ce fauteuil, sont immobiles; tous les autres se développent suivant la position que le malade doit recevoir. Quand il est assis, ces dernières pièces sont disposées comme dans les fauteuils ordinaires.

69. Si le malade doit être couché, le fauteuil est susceptible de prendre la forme d'un lit. A cet effet, il est composé de trois châssis qui, dans le fauteuil, tiennent lieu de dossier, de siége, et des pieds; chacun d'eux est garni d'une portion de matelas placé sur un fond sanglé.

70. Pour convertir le fauteuil en lit, le châssis du dossier se renverse jusqu'au niveau du siége, à l'aide de deux tourillons en fer qui y sont attenans, ainsi qu'aux deux montans immobiles dont il a été parlé; ceux-ci sont munis chacun d'une traverse à enfourchement qui se meut avec le châssis : elles sont l'une et l'autre emmanchées de la même manière aux deux autres traverses des pieds, de telle sorte que le châssis du dossier ne peut s'abaisser sans faire relever celui des pieds jusqu'à la hauteur du siége. Ces trois parties du fauteuil, établies ainsi sur la même ligne, composent le lit.

71. Afin de soutenir le dossier et empêcher qu'il ne bascule, un cadre mobile est fixé par ses bouts supérieurs aux deux montans, avec des charnières qui glissent à volonté dans des rainures; ses deux autres bouts sont armés chacun d'une roulette qui en facilite le placement. La manœuvre du cadre s'opère par le moyen de deux crémaillères qui roulent dans des cassettes en bois, disposées au bas des pieds du fauteuil et auxquels elles servent en même temps de liens ou d'attaches.

72. Les crémaillères sont adaptées à chaque bout du châssis

mobile dont elles suivent les mouvemens, qui sont communiqués par une manivelle placée à l'extrémité d'un arbre en fer qui traverse les deux pieds de derrière du fauteuil ; chacun de ceux-ci porte un pignon qui engrène dans les dents des crémaillères; l'un d'eux seulement est surmonté de sa dent de loup pour arrêter la couche du malade dans toutes les positions désirables.

73. Le siége du milieu est percé d'une ouverture traversant le matelas, et bouchée par un tampon garni que l'on ôte et remet à volonté.

Lit à bascule pour les femmes en couche, par M. Daujon.

74. Ce lit est composé d'un fond sanglé et de deux côtés qui s'emmanchent ensemble avec des vis, ainsi que cela se pratique pour les lits ordinaires. Le fond est divisé en trois châssis : la tête, le siége et les pieds; le châssis de la tête obéit à volonté, à l'aide d'une crémaillère. Le châssis des pieds, se repliant à charnière, est susceptible de se rapprocher plus ou moins du siége, ce qui donne à l'accoucheur la facilité d'être plus près de la femme lorsqu'elle réclame ses soins.

75. Une sangle d'un pied de large, et bien garnie, se trouve sur le matelas pour soutenir les reins de la malade. Les deux extrémités, que des bascules tendent à volonté, sont retenues à deux morceaux de bois qui coulent dans deux cavités prises dans l'épaisseur du bois du lit. Ces deux morceaux de bois sont armés, en tête, d'une poulie dans laquelle passe une corde dont un bout est fixé au bois même, et l'autre à un rouleau ou cylindre dont une des extrémités communique avec un engrenage. Toutes les fois que l'on fait tourner ce cylindre à l'aide d'une manivelle, les cordes dont nous venons de parler s'y enroulent, et les morceaux de bois, en s'élevant, soulèvent la sangle qui environne les reins de la malade.

76. Sur chaque côté du siége ou de la partie du lit qui en tient lieu, sont placés deux espèces de bras en fer, enveloppés de velours ou d'autres étoffes, qui servent à la femme en couche pour se soutenir au moment des grandes douleurs.

77. Sur le châssis des pieds sont disposés plusieurs trous destinés à recevoir deux tiges en fer carré, surmontées de deux plaques en tôle forte, lesquelles présentent la moitié d'un sabot; c'est sur elles que s'appuient les pieds de la malade. Ces plaques peuvent être placées à toutes les distances convenables.

Lit suspendu et mobile, Pl. II, fig. *1 et 2.*

78. Ce lit mécanique est d'une grande utilité dans les hôpitaux ambulans. Toutes ses parties se démontent en très-peu de temps; le transport en est très-facile; car, lorsqu'elles sont démontées, l'espace qu'elles occupent est très-circonscrit.

79. Quatre montans *a a*, réunis par des traverses *b b*, et soutenus par des étais *c c*, forment l'encadrement du lit. Ce lit n'est autre chose qu'un châssis sanglé *d d*, semblable à celui représenté fig. 4 et 5. Le châssis est suspendu par quatre cordes *m m* qui passent sur des poulies de renvoi *p p*, et aboutissent à un *treuil à manchon* B B, lequel est en effet environné d'un manchon *c* qui peut tourner indépendamment du treuil même : ce manchon a pour objet de donner plus ou moins d'inclinaison à la partie postérieure du châssis *d d*.

80. La fig. 3 représente un lit très-simple qui peut en un instant être converti en un fauteuil. On fait usage de ce meuble utile dans plusieurs manufactures anglaises; et il pourrait être fructueusement employé dans les maisons de travail et dans les prisons.

81. Une caisse *b b*, de la forme indiquée par la fig. 3, est couverte d'une toile *a a*. On voit que la caisse ainsi couchée forme

un lit. Si l'on suppose maintenant que la caisse soit redressée verticalement, dans ce cas, la toile *a a* qui servait de lit forme le dossier du fauteuil, dont un des côtés du tourniquet *x x* sert de siége, et les deux autres d'appui à ce même siége.

Article II.

Des traîneaux et des voitures.

Traîneaux.

82. L'usage des traîneaux est réservé spécialement aux contrées du nord que les habitans peuvent parcourir dans tous les sens avec la plus grande promptitude, lorsque la neige et la glace couvrent le terrain. La nature, qui a imposé tant de privations à ces tristes climats, leur a fait cependant le don précieux de quelques animaux doués d'une extrême agilité, tels que les rennes et une espèce particulière de chiens qui, attelés aux traîneaux, surpassent en vitesse les meilleurs coursiers.

83. Dans des climats plus modérés, les traîneaux deviennent pendant l'hiver un objet d'amusement et de luxe. A Vienne et dans quelques autres villes d'Allemagne, on voit des courses de traîneaux très-somptueuses. L'on donne à ces traîneaux des formes quelquefois élégantes, souvent bizarres. La fig. 1, Pl. III, représente un de ces traîneaux.

Des voitures à roues.

84. L'usage des voitures à roues remonte à une antiquité très-reculée. On lit, dans le chapitre 41e. de la Genèse, que le roi d'Égypte fit monter Joseph sur son char; et que le même Joseph envoya les chariots du roi au-devant de son père.

85. Les anciens peuples nomades, tels que les Scythes, faisaient usage de voitures roulantes, qui, non-seulement trans-

portaient les personnes et les effets d'un lieu à un autre; mais encore leur servaient d'habitation.

86. Les Grecs et les Romains employaient rarement des voitures roulantes dans les voyages et dans les courses habituelles; il paraît que leurs chars étaient réservés spécialement pour la guerre, pour les jeux du cirque, et pour les pompes religieuses. Le peu de largeur des *voies* anciennes, et spécialement des rues (comme l'atteste Pompéia et plusieurs autres restes de villes antiques), sont une indication qui vient à l'appui de ce que nous venons de dire.

87. Il est cependant incontestable que les Romains se servaient quelquefois de chars couverts et suspendus, analogues à nos carrosses. Le carrosse antique était nommé *Pilentum*, et l'histoire nous apprend qu'on en permit l'usage aux dames romaines, en reconnaissance du don qu'elles firent à la république de leur or et de leurs bijoux, au temps du dictateur Camille, environ l'an 350 de Rome.

88. Le luxe ayant fait de rapides progrès du temps des empereurs, le nombre et la richesse des chars augmenta; l'or, l'argent, l'ivoire et les matières plus précieuses, rendaient ces sortes de voitures tellement somptueuses, que des lois furent de temps à autre promulguées pour en réprimer l'excès; mais toutes ces lois furent abrogées par Alexandre Sévère, qui permit à chacun d'avoir des voitures de telle richesse que bon lui semblerait.

89. Les principales espèces de chars romains se nommaient ainsi qu'il suit : *Currus*, celui qui servait aux courses dans le cirque : *Currus arcuatus*, couvert d'une espèce de dôme en cintre; il était à l'usage des *Flamen*, prêtres romains : *Currus falcatus*; il était armé de faux, et traîné par des chevaux vigoureux; son but était de percer les bataillons et de trancher tout

ce qui se présentait à sa rencontre; *Currus triumphalis*; il était traîné par quatre chevaux; il n'avait que deux roues; sa forme était ronde; le triomphateur s'y tenait debout et gouvernait lui-même les chevaux. Du temps des consuls, cette espèce de char fut doré; sous les empereurs, on en fit d'or et d'ivoire; quelquefois on y attela des éléphans ou des lions, et on l'arrosa de sang pour lui donner un air martial.

90. Des bas-reliefs, des peintures et des médailles antiques nous font voir des chars à deux roues, et à quatre roues. Les chars étaient traînés par deux ou par quatre chevaux de front; dans le premier cas, on donnait au char le nom de *biga;* dans le second, celui de *quadriga*. Dans les pompes funèbres, on se servait quelquefois de biges, dont l'un des chevaux était blanc et l'autre noir. Des *trigæ*, c'est-à-dire, des chars à trois chevaux de front, figuraient quelquefois aussi dans cespompes; on prétend qu'ils avaient la signification symbolique suivante: « Que la mort moissonne également les enfans, les hommes » d'un âge mûr et les vieillards. »

91. De tous les chars antiques, celui que les monumens nous ont fait le mieux connaître, c'est le char employé dans les courses du cirque; sa forme était fort élégante, et les ornemens qui le décoraient étaient souvent d'un goût exquis. La fig. 2, Pl. III représente un char qui est figuré dans une peinture antique trouvée à Herculanum; cette représentation est d'autant plus remarquable, qu'elle indique le mode d'attelage, qui était alors en usage.

92. Les Romains eurent des *sesigæ*, chars à six chevaux de front. Néron fit atteler à son char jusqu'à dix chevaux.

Les chars qui servaient dans les pompes religieuses étaient quelquefois tirés par des hommes. L'histoire fait mention d'un char à quatre roues, que l'on fit paraître dans une pompe, du

temps de Ptolémée Philadelphe. Ce char, qui avait quatorze coudées de long sur huit de large, portait un Bacchus haut de dix coudées, environné de prêtres et de prêtresses; il était tiré par cent quatre-vingts hommes.

93. Les voitures roulantes à suspension ne furent connues en France que vers le quinzième siècle. En l'an 1457, sous le règne de Charles VII, le roi de Hongrie fit offrir à la reine un char qui excita l'admiration de la cour et du peuple de Paris, parce qu'il était *branlant et moult riche*. Sous François Ier, l'on ne comptait en France que deux seuls carrosses, l'un appartenait à la reine, et l'autre à Diane. En 1563, le parlement supplia Charles IX de donner une loi somptuaire qui défendît les *coches* dans les villes.

94. Pendant le règne de Henri IV, les voitures devinrent plus communes; et, depuis cette époque, leur nombre ne cessa d'augmenter.

95. A l'égard des voitures publiques, ce fut un nommé *Sauvage*, qui, le premier, en établit dans un local situé rue Saint-Martin, près un hôtel appelé *Saint-Fiacre;* c'est de là qu'est venu le nom de *Fiacre*. En 1657, il fut accordé à M. de *Givri* le privilége de placer des carrosses de louage dans les carrefours et autres lieux publics.

Les Orientaux ont quelques carrosses à deux roues traînés par des bœufs. Les personnes qui s'en servent se placent sur des coussins où ils s'asseyent, les jambes croisées à la manière orientale. La voiture est couverte d'une espèce de petit dôme, que l'on peut entourer de draperies.

Coches.

96. Les voitures en usage dans le seizième siècle se nommaient *coches;* ce nom dérive du mot italien *cochio*. Ce n'était

d'abord qu'un chariot à quatre roues sans suspension, tels que ceux qui étaient employés pour le transport des fardeaux. On ne les distinguait de ces derniers que par les ornemens qui enrichissaient les roues et l'avant-train, et par l'impériale qui les couvraient. Cette impériale était soutenue par quatre ou huit petites colonnes, et elle était entourée de rideaux en cuir qui furent appelés mantelets.

Ces coches sans suspension devaient éprouver des cahotemens fort incommodes. On songea au moyen de les adoucir, et l'on adopta, en premier lieu, le procédé de suspendre le corps du coche à quatre courroies, qui lui permettaient un mouvement de balancement en tous sens. On imagina ensuite les suspensions à ressort. *Fausto Veranzio* est l'auteur le plus ancien dans lequel nous ayons trouvé une indication de la méthode de suspendre les voitures sur des ressorts.

97. L'ouvrage de *Veranzio* est intitulé : *Machinæ novæ Fausti Verantii Siceni cum declaratione latinâ, italicâ, hispanicâ, gallicâ et germanicâ.* Cet ouvrage très-remarquable a plus de deux cents ans d'ancienneté, car il fut publié à Venise vers le commencement du dix-septième siècle ; il contient une foule d'inventions qui n'ont été mises en exécution que depuis peu d'années, et qui généralement sont réputées nouvelles ; tels sont les ponts, les planchers et les voûtes en fonte. — Les ponts en bois dont les travées de grande dimension ont la forme d'un cintre, et sont formées de plusieurs pièces superposées *plein sur joint*, réunies à queues d'aronde et boulonnées. — Un remorqueur à *roues à pales*, analogues à celles des bateaux à vapeur.— Un autre remorqueur à peu près semblable à celui que M. *Thilorier* a proposé récemment. — Le *parachute*. — Une roue analogue à la roue que M. *Albert* a nommée à double force, laquelle est mue par des hommes qui agissent en marchant sur sa sur-

face convexe extérieure à la hauteur de l'axe; et plusieurs autres inventions très-ingénieuses.

Le lecteur nous pardonnera cette petite digression dont le but est de revendiquer une portion légitime de gloire en faveur d'un homme de génie dont le nom est tombé dans un injuste oubli. Qu'il nous soit permis d'ajouter que beaucoup d'autres inventions importantes ont partagé le sort de celles de *Veranzio;* nous n'en citerons qu'un seul exemple; l'ouvrage de *Vittorio Zonca*, intitulé: *Nuovo teatro delle macchine*, imprimé à Padoue en 1622, renferme le dessin et la description de l'importante *machine à lainer*, dont l'invention est attribuée généralement aux Anglais, et dont les manufactures françaises ne font usage que depuis un petit nombre d'années. Nous nous proposons de publier un essai sur l'histoire et sur la bibliographie mécanique, dans lequel nous ferons connaître plusieurs autres faits de même nature; mais revenons à notre sujet.

98. La fig. 4, Pl. III représente un ancien coche suspendu suivant la méthode de *Veranzio.* On voit que cette voiture n'est fermée que jusqu'à la hauteur des *accoudoirs* ou accotoirs (appuis des coudes); le reste de la hauteur est environné de mantelets en cuir ou en étoffe, que l'on attache avec des agrafes, lorsqu'ils sont abaissés, ou bien que l'on relève sur l'impériale.

99. Le pourtour de la voiture, au-dessous des accoudoirs, était formé par des panneaux revêtus d'étoffe ou de cuir. Les portières A n'étaient fermées que par un devant de cuir attaché à une traverse de bois *b* qui entrait dans deux goujons de fer tenant au corps de la voiture.

Le bas de cette portière en cuir était attaché au marchepied, lequel, excédant le nu de la voiture d'environ un pied, formait un avant-corps.

100. Un coche renfermait ordinairement quatre siéges, dont un sur le derrière, un sur le devant, et un à chaque portière, de sorte qu'il pouvait contenir six ou huit personnes.

101. L'inconvénient des ouvertures multipliées des coches et de leurs portières d'étoffe ou de cuir en saillie, a fait recourir à diverses modifications pour rendre ces voitures plus commodes et moins exposées aux intempéries de l'air.

102. On a d'abord fermé à demeure les deux côtés des voitures, excepté le dessus des portières dont on a supprimé la saillie; ensuite on a fait ces dernières solides et ouvrantes de toute la hauteur de la voiture, dont on a ouvert le devant au dessus de l'appui; puis on a orné ces voitures de sculptures, de peintures et de dorures, qu'on a mises à la place des étoffes qui les couvraient extérieurement, lesquelles alors furent réservées pour en garnir l'intérieur. Enfin l'usage des glaces étant devenu commun en France, on les employa aux voitures, ce qui leur donna tout à la fois plus de magnificence et plus de commodité, en mettant leur intérieur à l'abri des injures de l'air sans les priver du jour, ainsi que faisaient les mantelets et les rideaux des coches.

103. Les formes des trains et des suspensions éprouvèrent aussi plusieurs variations successives; mais, avant d'en parler, il est à propos de faire connaître le nom et la disposition des parties qui composent le train ordinaire d'une voiture. On distingue deux espèces de trains; le train d'une voiture à quatre roues, celui d'une voiture à deux roues.

Train d'une voiture à quatre roues, Pl. IV, fig. 1.

104. On remarque dans le train d'une voiture à quatre roues les parties principales suivantes, composées chacune d'autres parties secondaires; savoir: 1°. l'assemblage des roues de de-

vant, et les pièces qui facilitent leur changement de direction : l'on désigne cet assemblage et ces pièces par le nom d'*avant-train;* 2°. l'*arrière-train*, c'est-à-dire, l'assemblage des roues de derrière; 3°. les *brancards*, ou bien la *flèche*, dont l'objet est de réunir l'*avant-train* à l'*arrière-train;* 4°. le *timon* accompagné de la *volée* et des *paloniers*.

105. On voit, fig. 1, 2, Pl. IV, l'élévation et le plan d'un train de voiture. Les mêmes objets sont indiqués dans les deux figures par les mêmes lettres : — *aaaaa*, avant-train; — *b b*, *arrière-train ;* — *cc*, *brancards ;* — *dd*, timon, accompagné de la volée *ff*, et des paloniers *gg*.

106. La fig. 3 indique le plan d'un train à *flèche*, qui ne diffère du précédent que par la manière dont la réunion de l'avant-train à l'arrière-train est faite. Dans le train à flèche on remarque qu'une seule pièce *ll*, nommée *flèche*, remplace les deux brancards; mais ordinairement cette pièce se termine, vers l'arrière, en trois branches, et en deux vers l'avant. Examinons plus particulièrement les parties que nous venons de nommer.

Avant-train.

107. Il est nécessaire de faire tourner l'avant-train, de manière qu'il fasse un angle plus ou moins ouvert avec les *brancards* ou avec la *flèche*, toutes les fois que la voiture doit changer de direction; il faut, pour cela, que les roues de l'avant-train puissent, en tournant, entrer, sans empêchement, sous les brancards et sous le corps de la voiture. Cette condition ne peut s'obtenir qu'en rendant le diamètre des roues de l'avant-train bien moindre que celui des roues de derrière.

108. L'essieu de l'avant-train *a a*, fig. 4, Pl. IV, étant ordinairement revêtu de bois, prend le nom de *lissoir ;* un cercle *b b* y est encastré; et un trou *x*, qui le traverse perpendi-

culairement de part en part, est destiné à recevoir une forte cheville de fer fixée dans les pièces qui sont immédiatement au-dessus de l'avant-train tournant, auquel cette cheville, nommée *cheville ouvrière*, sert d'axe.

109. Dessous le lissoir sont assujetties, fixement, deux pièces de bois *ff* que l'on nomme *armons*. C'est entre les armons que l'extrémité du timon est retenue; une cheville *dd* les traverse, et elle permet au timon de se relever plus ou moins en tournant dans le sens vertical.

110. On appelle *sellette* une pièce de bois *m*, fig. 3, immédiatement au-dessus de l'avant-train mobile que nous venons de décrire. C'est dans la sellette que sont encastrés, 1°. les extrémités antérieures des *brancards*, ou bien des branches de devant de la flèche; 2°. la cheville ouvrière, qui, comme nous l'avons dit (108), forme l'axe de rotation de l'avant-train. Ainsi, la sellette ne suit point les mouvemens de l'avant-train; et, tandis que ce dernier tourne, elle ne cesse pas d'être perpendiculaire aux brancards ou à la flèche.

111. Ordinairement un cercle est fixé sous la sellette; et ce cercle, tout-à-fait semblable à celui de l'avant-train (108), est superposé à ce dernier, et sert à le maintenir constamment dans une position horizontale.

112. Il résulte, de ce que nous venons de dire, que les pièces de l'avant-train tournant sont, 1°. le lissoir, c'est-à-dire, l'essieu des roues inséré dans une pièce de bois; 2°. le cercle encastré dans le lissoir; 3°. les *armons*, également encastrés dans le lissoir, mais en dessous. Ces armons reçoivent le bout du timon. Les pièces qui correspondent immédiatement au-dessus de l'avant-train, et qui ne tournent point avec lui, sont, 1°. la sellette, laquelle remplit le double objet, de recevoir les extrémités antérieures des brancards ou de la flèche, et de servir de

support fixe à la cheville ouvrière, qui devient ainsi le centre de rotation du train. Nous avons examiné ces pièces dans toute leur simplicité; des sculptures, des ornemens plus ou moins riches, masquent souvent leurs formes primitives, que l'on reconnaît cependant toujours avec facilité à travers ces brillans accessoires.

113. On voyait au Louvre, lors de la magnifique exposition de 1819, une voiture artistement exécutée par un carrossier de Lille ; cette voiture présente la propriété remarquable suivante : les roues de l'avant-train ne s'insinuent point sous le corps de la voiture, comme à l'ordinaire; mais elles ont un mouvement de flexion auprès du moyeu, de sorte que, quand l'avant-train tourne, elles forment avec l'essieu des angles plus ou moins ouverts, en conservant cependant toujours leur parallélisme. Cette disposition permet de donner aux roues de l'avant-train un diamètre plus grand. L'expérience seule peut, d'ailleurs, déterminer les avantages et les inconvéniens de l'invention que nous venons d'indiquer; et cette expérience nous manque.

Arrière-train.

114. L'arrière-train, bien plus simple que l'avant-train, n'est composé que d'un lissoir, qui, comme dans l'avant-train, résulte d'un essieu de fer inséré dans une pièce de bois. Le lissoir reçoit l'insertion des extrémités postérieures des brancards ou de la flèche.

115. Les roues de l'arrière-train, ainsi que les petites de devant, doivent être aussi légères que possible, sans cependant manquer de solidité. Parcourons quelques moyens ingénieux qui ont été proposés pour parvenir à ce double but. On doit se ressouvenir qu'une roue est composée d'un *moyeu*, des *rais* ou rayons, et des jantes qui forment la circonférence de la roue,

ainsi que nous l'avons expliqué dans le volume intitulé *Mouvement des fardeaux*, page 135.

Roues à raies flexibles.

116. M. *Julien Le Roi* a présenté, à l'Académie des Sciences, en 1818, un cabriolet dont chaque roue est formée par un cercle en fer que des cordes réunissent au moyeu. Des roues à peu près semblables avaient été précédemment construites à Londres.

117. Les fig. 5 et 6, Pl. IV, représentent l'élévation et le profil d'une de ces roues: — *a a* est un cercle en fer d'une seule pièce, qui forme la *jante* de la roue; un certain nombre de petits anneaux en fer sont fixés à la face interne du cercle. Le moyeu *b b* est un cylindre en bois ou en métal, qui porte à ses deux extrémités autant de petits crochets que le cercle a d'anneaux. Le bout d'une corde étant attaché à un des crochets, on la fait passer successivement dans un des anneaux, puis sous un des crochets, d'où elle remonte dans l'anneau suivant, pour redescendre immédiatement sous le crochet correspondant placé à l'autre bout du moyeu; la corde continue ainsi à monter et redescendre, et arrive enfin au dernier crochet; là on la fixe solidement.

118. Il est évident que, si la corde est convenablement tendue et fixée comme nous venons de l'indiquer, et si le moyeu se trouve au centre du cercle; il est évident, dis je, que cette corde tiendra lieu de *rais;* car, quelle que soit la pression que l'on exerce sur le moyeu ou sur un point du cercle, ces deux parties ne pourront changer de position respective, à moins que les enlacemens de la corde ne se défassent ou ne se brisent.

119. Il est fâcheux que cette invention ne soit pas aussi utile qu'elle est ingénieuse. Comment, en effet, la corde pourrait-elle

résister aux frottemens qu'elle éprouvera, soit dans les ornières, soit contre les pierres, et contre les obstacles d'autre nature qu'elle rencontrera nécessairement, à moins que les roues de cette espèce ne soient adaptées à des voitures qui n'auront à parcourir que des chemins parfaitement unis. L'emploi des cordes métalliques diminuerait peut-être ces inconvéniens, sans cependant les faire évanouir.

Roues à moyeu métallique.

120. Depuis long-temps les Anglais font usage de moyeux métalliques pour les roues de voitures de luxe et de voyage. M. le baron d'*Oyen* a pris en France un brevet d'invention pour la construction de moyeux en fonte de fer. Ces moyeux réunissent l'élégance à la plus grande solidité; et les roues dans lesquelles ils sont employés ne sont guère plus dispendieuses que celles à moyeux de bois.

121. Les *rais* emmanchés dans les mortaises des moyeux s'y maintiennent sans ballottement et avec beaucoup de force. M. d'*Oyen* a adopté l'usage de faire chauffer les *rais* à la flamme d'un feu clair, avant de les introduire dans les mortaises des moyeux; alors le bois, desséché, est enfoncé de suite à grands coups de marteau, l'humidité de l'atmosphère fait bientôt gonfler les tenons qui se compriment dans leurs mortaises, et donnent à cet assemblage un degré de solidité que l'art ne pourrait jamais produire dans un essieu de bois.

122. M. d'*Oyen* a ménagé, dans l'intérieur de ses moyeux, un petit espace destiné à recevoir de l'huile qui graisse la fusée de l'essieu; l'orifice de cette cavité, par laquelle on introduit l'huile, est fermée par un bouchon à vis, de manière que le graissage se renouvelle sans retirer la roue de l'essieu. Ainsi, les fusées d'essieux en fer tourné et poli, toujours environnées d'un

corps gras, opposeront moins de résistance aux frottemens, et par conséquent faciliteront la marche de la voiture. Plusieurs carrossiers de Paris ont adopté les moyeux de M. d'*Oyen*.

Le prix de ces moyeux, avec leurs essieux, pour une voiture à quatre roues, varie entre 290 et 400 francs, selon le poids et les dimensions.

123. Les fig. 1, 2, 3, 4, 6, Pl. V, représentent les moyeux métalliques de MM. *Barclay* et *Cuming*, qui se distinguent par la disposition particulière des mortaises, dans lesquelles on enfonce les rais, et parce qu'ils admettent de l'huile dans leur intérieur.

124. La fig. 1 représente le moyeu monté sur l'essieu : on y introduit l'huile en ôtant la vis *a*, qu'on replace ensuite lorsqu'on y en a versé la quantité nécessaire. On voit, fig. 2, le moyeu dépouillé des boîtes et collets de recouvrement; les mortaises *bbb* vont en augmentant de largeur vers le centre, comme on le remarque fig. 3, qui est une coupe du moyeu : pour que les extrémités des rais puissent être retenues d'une manière inébranlable dans cet élargissement, on y fait une entaille, que l'on voit en *xx*, dans laquelle on introduit le sommet d'un petit coin en fer, lequel, s'appuyant au fond de la mortaise, écarte l'extrémité du rais, qui se trouve ainsi solidement fixé à queue d'aronde. Les rais sont évidés sur toute leur largeur, pour leur donner plus de légèreté, sans nuire cependant à la solidité requise.

125. Le moyeu est retenu par des boîtes *m*, *n*, *o*, *l*, de recouvrement. Ces boîtes ou collets sont en cuivre; elles sont terminées par des écrous qui servent à les fixer sur le moyeu qui a des vis correspondantes, comme on le voit en *p p* (fig. 2). Ces boîtes laissent entre elles et le corps du moyeu des cavités qui, étant continuellement remplies d'huile contribuent à diminuer les frottemens. Deux clavettes *c c* (fig. 4), sont introduites dans

les trous 2 2 (fig. 2); une petite plaque courbe *d* (fig. 4) vient s'appuyer sur leur tête. On visse d'abord sur l'essieu en *t* (fig. 3), une boîte *n* (fig. 6); sur cette boîte est monté un collet *m*, entre lequel et la partie postérieure du moyeu est placée une rondelle de cuir pour empêcher que l'huile ne s'échappe; ensuite on visse sur le bord taraudé *p*, du moyeu (fig. 2), une seconde boîte en forme de chapeau représentée (fig. 7), et on place entre cette boîte et le moyeu une seconde rondelle de cuir. On aperçoit plus distinctement (fig. 3), la disposition des boîtes *m*, *l* et du collet *n*. — La fig. 8 indique le moyeu vu de face, les fig. 9 et 10, un des rais vu de face et de profil.

Roues à essieux tournans, Pl. IV, fig. 9.

126. La destination d'une voiture doit influer puissamment sur la forme et sur la disposition de ses parties principales et surtout des roues. Les voitures de luxe exigent particulièrement l'élégance et la légèreté. Les voitures de voyages destinées à parcourir souvent des chemins délabrés et à porter de lourds fardeaux, recherchent la plus grande solidité, et leurs constructeurs doivent, autant que possible, prévoir toutes les causes susceptibles de produire des accidens, pour les prévenir. Les roues à essieux tournans conviennent à ce dernier genre de voitures.

127. La fig. 9, Pl. IV représente des essieux tournans construits suivant la méthode de M. *Arthur*. A gauche, l'essieu est vu de face renfermé dans sa boîte de cuivre, et retenu par des brides de fer; à droite, la coupe des parties qui l'entourent permet de le voir à découvert. A A est le *lissoir*, au-dessous duquel est encastrée la boîte de cuivre *d d*, dans une mortaise qui en empêche le ballottement. Les brides *f f f*, serrées par des boulons à écrous, maintiennent la boîte contre le train.

*

128. L'essieu qui est en fer corroyé et tordu traverse la boîte en cuivre, et il est retenu du côté intérieur par un écrou *g* qui s'appuie contre l'extrémité de la boîte, de manière à ne pas empêcher le libre mouvement de rotation que doit avoir l'essieu. Cet essieu, que l'on voit séparément fig. 8, est encastré dans le moyeu; le tenon *k* le fixe intimement, et un écrou *l* le retient, et empêche que la roue ne quitte l'essieu. Un petit tube de fer, qui traverse le lissoir, sert à l'introduction de l'huile dans l'intérieur de la boîte de cuivre pour faciliter les mouvemens de l'essieu et diminuer les frottemens.

129. M. *Bennet* a obtenu, en 1816, une patente pour un essieu tournant du même genre. Cet essieu tourne dans une boîte de cuivre sur des coussinets de même métal, dont l'un est placé en avant et l'autre en arrière. Pour diminuer les frottemens, son extrémité intérieure, taillée en pointe en forme de pivot, s'appuie contre une rondelle d'acier fondu. Le moyeu de la roue est en fonte; un boulon le traverse, ainsi que l'extrémité de l'essieu, pour qu'il tourne avec ce dernier et ne puisse s'échapper; un autre boulon implanté dans la boîte de cuivre; remplie d'huile comme à l'ordinaire, sert à retenir l'essieu. M. *Bennet* a observé que plus ses essieux tournans sont longs, plus ils sont solides et moins ils produisent de frottemens.

130. Pendant plusieurs années M. d'*Aboville* a employé avec succès des essieux tournans à ses voitures. Plusieurs expériences comparatives faites à Vincennes ont démontré la supériorité des essieux tournans pour le service de l'artillerie, et nous croyons que cette même supériorité se fera remarquer lorsqu'on fera l'application de ces essieux aux voitures de voyage.

131. Si l'on compare les essieux tournans aux essieux ordinaires, on remarquera que les efforts produits sur les essieux par les cahots violens se rapportent dans les essieux tournans à

leur extrémité intérieure qui se trouve placée très-près du point sur lequel pèse la charge, conséquemment à l'extrémité d'un levier très-court; tandis que, dans les essieux ordinaires, les efforts agissent le plus souvent sous le petit bout de la fusée, c'est-à-dire, à l'extrémité d'un levier fort long qui augmente singulièrement leur énergie.

132. M. *Régnier* (*a*) prescrit de faire les essieux tournans en bon fer corroyé et tordu, parce que, dit-il, nous savons par expérience que le fer, dont les fibres ont reçu un certain degré de tors, est extrêmement solide, comme le démontre l'exemple des canons de fusil, dits *à rubans*, qui résistent beaucoup mieux que les autres à l'effort de la poudre.

133. Nous avons exposé, dans notre *Traité du mouvement des fardeaux*, plusieurs considérations importantes relatives à la construction des roues qui servent aux grosses voitures destinées à transporter de lourds fardeaux. Ces mêmes considérations, que nous ne reproduirons point ici, sont, pour la plupart, applicables aux roues de voitures de voyage et de luxe.

134. Quelles que soient les espèces de voitures, les roues *écuées* sont préférables aux roues droites. Les premières offrent une bien plus grande résistance à la pression latérale de la voiture, et elles sont moins sujettes à être endommagées par la charge qui tend à faire déboîter les rais, principalement sur une route dont les bas côtés sont inclinés.

135. L'expérience a démontré que le diamètre le plus avantageux pour les roues de carrosses et de voitures légères, est de quatre pieds et demi à cinq pieds.

136. On a fait en Angleterre diverses tentatives infructueuses

---

(*a*) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 16e. année, page 26.

pour augmenter le nombre des roues de voitures. M. *Edgeworth* nous apprend, (dans son ouvrage intéressant sur la construction des routes et des voitures), qu'on en a d'abord employé huit; puis on a proposé des voitures à six roues, dont les plus grandes sont placées au milieu et les plus petites aux extrémités; l'essieu du milieu est fixe, les deux autres sont tournans et réunis par une chaîne. Ces dernières voitures présentaient l'avantage de pouvoir tourner dans les rues les plus étroites sans jamais accrocher.

137. On doit s'abstenir de fixer les roues aux essieux par de simples clavettes. Cette pratique condamnable donne lieu à de fréquens accidens, par la chute de la roue qui s'échappe de l'essieu, parce que la clavette qui la retient n'a pas été bien arrêtée. Pour éviter cet inconvénient, il faut substituer, à l'usage des clavettes, celui de forts écrous. M. *Edgeworth* propose de fixer sur l'essieu un ressort, dont l'extrémité recourbée en forme de crochet, vient s'engager dans une frette saillante montée sur la partie postérieure du moyeu.

Brancards, flèche, col de cygne.

138. On fait usage de trois méthodes pour réunir l'arrière-train à l'avant-train. La première méthode consiste à établir cette réunion par l'intermédiaire de deux brancards parallèles; la seconde, par une seule pièce nommée flèche; la troisième, par le corps de la voiture même.

139. Dans les anciennes voitures les brancards étaient en bois; on les fait maintenant en fer, ce qui donne à la voiture une plus grande apparence de légèreté. Les brancards sont recourbés sur leur longueur, de la manière indiquée fig. 7, Pl. IV. L'espèce de courbure que l'on donne à la partie antérieure *a* du brancard, lui a fait donner le nom de *col de cygne*. Le col de

cygne a pour but de faciliter le mouvement de l'avant-train, et de permettre aux petites roues de se placer, en tournant, sous le corps de la voiture. La courbure de la partie intermédiaire du brancard est déterminée par la forme du dessous du coffre de la voiture, avec laquelle elle doit s'accorder d'une manière qui satisfasse la vue.

140. Les extrémités antérieures des deux brancards sont insérées dans la sellette, et une traverse parallèle à cette sellette les affermit à deux pieds environ de distance. Les extrémités postérieures traversent le lissoir de l'arrière-train, qu'elles dépassent d'un pied et demi ou de deux pieds, et sont enclavées dans une traverse parallèle au lissoir : voyez Pl. IV, fig. 1 et 2 ; *c c*, brancards;—*x*, sellette ;—*y*, traverse parallèle à la sellette;—*z*, lissoir de l'arrière-train ; — *v*, traverse postérieure parallèle au lissoir.

141. La flèche est ordinairement formée de la réunion de plusieurs morceaux, dont quelques-uns sont en bois et d'autres en fer. On distingue, dans une flèche, six parties, Pl. IV, fig. 3. Deux de ces parties, 1, 2, portent le nom de *cols de cygne*, et ont une courbure analogue à celle qu'ont les cols de cygne des brancards : elles sont en fer ; elles s'insinuent dans la sellette *m*, et se réunissent dans la partie intermédiaire 3 qui forme le corps de la flèche, d'où partent les trois parties postérieures 4, 5, 6, lesquelles se réunissent au lissoir de l'arrière-train.

142. Nous parlerons bientôt de la troisième méthode de réunir l'arrière-train à l'avant-train, en traitant des *suspensions*.

Train d'une voiture à deux roues, Pl. IV, fig. 10.

143. Le train d'une voiture à deux roues est très-simple : un essieu en fer réunit les deux roues; à côté des moyeux s'appuient les deux brancards, ou immédiatement sur l'essieu ou

par l'intermédiaire, soit d'un échatignole, soit d'un ressort formé par une barre de fer concave. Les deux brancards sont réunis par trois traverses, dont deux à la partie postérieure, et une sur le devant du coffre. Les brancards sont prolongés en avant autant qu'il le faut pour servir à l'attelage du cheval qui doit traîner la voiture.

Suspension des voitures.

144. Les premières voitures roulantes n'étaient autre chose qu'une charrette ou un chariot couverts; ceux qui s'en servaient étaient exposés à y recevoir tout le choc des cahots. Le premier moyen qui ait été mis en usage pour amortir ce choc et rendre les voitures plus douces, a été de suspendre la caisse par des chaînes ou des courroies obliques, comme l'indique la fig. 1, Pl. VI. Les plus anciennes voitures dont nous ayons connaissance, étaient ainsi suspendues. On a ensuite employé des soupentes horizontales (fig. 2), c'est-à-dire, on a placé la caisse sur deux fortes courroies en cuir, dont chacune attachée sur le devant à un anneau ou à une barre fixe, s'enveloppait par-derrière sur un moulinet, à l'aide duquel on la tendait vigoureusement : un encliquetage adapté à une des faces du moulinet empêchait la courroie de se détendre. Ce mode de suspension donnait aux voitures plus de douceur que le précédent; on en a fait usage pendant long-temps dans la construction des anciennes *berlines*, qui sont ainsi appelées, parce qu'elles furent inventées à Berlin. Ainsi, dans leur origine, les berlines différaient des autres carrosses, en ce qu'au lieu d'être suspendues par les quatre angles, elles étaient portées par des soupentes de cuir placées horizontalement, et attachées aux deux extrémités. Les petites voitures publiques auxquelles on a donné le nom bizarre de *coucou*, sont encore suspendues de cette manière.

145. La suspension à courroies horizontales, quoique beaucoup plus douce que celle à courroies obliques, n'avait pas encore le degré de douceur désirable; d'ailleurs l'on remarquait que le cuir, en se séchant, acquérait de la raideur, et perdait son élasticité; on a donc eu recours aux ressorts d'acier; et, enfin, l'on a combiné l'usage des ressorts avec celui des courroies.

146. Les Indiens avaient, depuis un temps immémorial, adapté des ressorts aux voitures, traînées par les bœufs, dont ils se servent; mais cet usage était inconnu en Europe. Nous avons déjà dit que c'est dans l'ouvrage de *Veranzio* que l'on trouve la plus ancienne indication de suspension à ressort. La méthode proposée par *Veranzio* est représentée en A fig. 4, Pl. III, et séparément fig. 3, Pl. VI. Les deux ressorts *b b*, formés de plusieurs lames superposées, étaient repliés angulairement, de manière qu'une branche de chaque ressort se fixait sur le train, et l'autre branche sous la caisse de la voiture.

147. Les ressorts de voiture sont, en général, composés de plusieurs lames d'une *étoffe* formée de fer et d'acier corroyés ensemble. Le fer, pris isolément, ne vaut rien pour faire des ressorts, parce qu'il n'est point assez élastique; quand il a été plié par une force supérieure à la sienne, il reste sans se redresser. D'un autre côté, l'acier pur est trop cassant. L'*étoffe* est donc ce qu'il y a de mieux; mais, comme sa confection exige de la dépense et du travail, plusieurs fabricans de ressorts emploient une sorte d'acier commun, fibreux, et qui tient de la nature du fer. Cet acier, convenablement trempé, remplit assez bien son but. Les ouvriers donnent le nom de *feuilles* aux lames d'étoffe ou d'acier qui doivent composer un ressort.

148. Les *feuilles* sont placées les unes sur les autres, de manière que la première soit la plus longue de toutes; que la se-

conde surpasse la troisième, celle-ci la quatrième, et ainsi des autres. Toutes les lames sont arrêtées les unes sur les autres par un ou plusieurs boulons. Plus les lames sont minces, et en même temps plus leur nombre est grand, plus les ressorts sont lians.

149. La force des ressorts doit être proportionnée à la pesanteur de la voiture; un cabriolet qui aurait des ressorts très-raides, serait aussi dur que s'il n'en avait point, parce qu'ils ne plieraient pas; et un ressort faible ne pourrait pas supporter une voiture fort pesante.

150. Il faut aussi avoir égard à l'état des chemins que la voiture doit parcourir habituellement; car un ressort fort liant, qui rendrait une voiture très-douce sur un pavé uni, pourrait n'être pas le meilleur dans un chemin très-raboteux; les balancemens trop grands sont incommodes, et rendent les coups de côté presque inévitables. C'est d'après de telles considérations que l'artiste intelligent doit fixer le nombre de feuilles de ses ressorts, leur longueur et leur pesanteur.

151. La feuille la plus longue, qui s'étend depuis le bout du ressort jusqu'à l'endroit où la soupente doit être attachée, est en quelque façon le vrai ressort, puisque les autres feuilles, qui vont toujours en diminuant de longueur, ne semblent faites que pour la fortifier. Lorsqu'on veut avoir d'excellens ressorts susceptibles de résister à des efforts considérables, au lieu de faire la grande feuille d'une seule pièce, on la compose de deux ou trois feuillets de même longueur et plus minces, que l'on superpose.

152. Le paquet de feuilles qui compose un ressort de voiture, prend diverses formes, suivant le lieu qu'il doit occuper et l'effort qu'il doit exercer. Dans la plupart des voitures les ressorts sont fixés sur le train, et ont la forme d'un C, comme on le voit fig. 4, Pl. VI : une courroie enveloppe la par-

tie convexe de chaque ressort; se rattache, d'un côté, à un très-petit treuil *a*, qui correspond à la partie inférieure du ressort; et, de l'autre, à un bras de fer *b* fixé à la caisse de la voiture.

153. Si la voiture est à quatre roues, alors elle est garnie de quatre ressorts, dont deux sont fixés parallèlement sur le *lissoir* de l'arrière, et les deux autres sont fixés, en face, sur la sellette de l'avant-train. Une voiture à deux roues, telle que le cabriolet fig. 1, Pl. VII, a deux ressorts qui ont la même forme et la même disposition que ceux que nous venons de décrire; ils sont fixés sur les traverses postérieures qui réunissent les brancards.

154. Chacun de ces ressorts doit avoir son petit treuil qui sert à bander les courroies et à placer convenablement la caisse de la voiture. Une clef de fer, que l'on fait agir à l'extrémité de l'axe du petit treuil, sert à cet usage. Un petit encliquetage est adapté à une des faces du petit treuil, pour empêcher que la courroie ne se débande.

155. Souvent on adapte des ressorts sous la caisse de la voiture. Communément deux ressorts sont placés à la partie antérieure du cabriolet, comme on le voit en *x*, fig. 1, Pl. VII. Plusieurs voitures de voyages ont de grands ressorts fixés sous la caisse. Ces ressorts, dits à talon, dont la forme est indiquée fig. 5 et 6, Pl. VI, se combinent, ou avec des courroies attachées à leurs extrémités pour suspendre la voiture, ou avec d'autres ressorts de même forme fixés sur le train, et auxquels ils se rattachent à angle droit, comme on le voit aux voitures dites *gondoles* et *parisiennes*.

156. La fig. 7 représente un ressort nommé *ressort elliptique*; il est formé de deux ressorts concaves, assemblés par des boulons aux points *a*, *b*. On a fait une application fort ingé-

nieuse du ressort *elliptique* à une nouvelle calèche que nous décrirons bientôt.

157. L'utilité des suspensions à ressorts ne se limite point à rendre les voitures douces et commodes; ils facilitent en outre singulièrement le tirage, et diminuent la fatigue des chevaux. Il est évident que, si la charge de la voiture n'éprouvait aucune secousse, la force motrice qui la met en mouvement n'aurait à vaincre que des frottemens proportionnels à cette charge; mais, lorsqu'une secousse a lieu, cette même charge produit une sorte de percussion qui augmente d'autant plus les frottemens qu'elle est violente. Les expériences confirment cette proposition.

158. M. *Edgeworth* a fait une série d'expériences d'où il résulte : 1°. que les ressorts contribuent à diminuer le tirage, et que leur avantage s'accroît avec la vitesse augmentée du véhicule, c'est-à-dire, que, si une voiture fait deux milles par heure, cet avantage est dans la proportion de 4 à 3; trois milles et demi par heure, comme 3 à 2; et cinq milles et demi par heure, comme 2 à 1.

2°. Les ressorts *elliptiques* sont les meilleurs. M. *Edgeworth* propose de placer des ressorts *elliptiques* sous l'avant-train; et il prétend que ces ressorts facilitent beaucoup le roulage, en ce qu'ils tendent à supporter la charge lorsque la voiture a un obstacle à franchir, et à amortir la secousse qui lui est imprimée.

Des diverses espèces de voitures maintenant en usage.

159. La forme et la disposition des voitures éprouvent de continuelles modifications, dont quelques-unes ont pour but la commodité, la sûreté, la facilité du tirage; mais dont le plus grand nombre ne tendent qu'à complaire au luxe et à la vanité. La nomenclature et la description de toutes les variétés de voitures serait aussi fastidieuse qu'inutile; nous devons donc

nous borner à examiner les espèces et quelques-unes des variétés les plus remarquables.

160. Les espèces de voitures peuvent être réduites à quatre : 1°. Les *brouettes*, les *chaises roulantes* et autres petites voitures traînées par des hommes; 2°. les voitures à deux roues; 3°. les voitures à quatre roues pour la ville; 4°. les voitures à quatre roues pour les voyages.

Brouette, Pl. III, fig. 3.

161. Cette brouette est remarquable parce qu'elle est suspendue sur des ressorts.

On donne quelquefois aux *brouettes* le nom de *roulettes* ou de *vinaigrettes*. Elles ne diffèrent, en général, des chaises à porteurs que parce qu'elles sont placées sur deux roues : les roues ne sauraient avoir que 3 pieds 8 pouces de diamètre; car, si elles avaient un plus grand diamètre, elles hausseraient trop le siége, et le rendraient fort incommode. Deux bâtons *aa* sont fixés à la caisse de la brouette; c'est entre ces bâtons que se place l'homme qui doit traîner la brouette.

162. La suspension de la brouette consiste en un coin de ressort *b* attaché en dessous du brancard, que l'on prolonge d'environ un pied sur le devant de la caisse. Le petit bout de ce ressort entre dans une boucle formée à une tringle de fer attachée à l'essieu, de sorte que tout le poids de la voiture porte sur le ressort, et par conséquent sur les roues, par le moyen de la tringle montante, qui alors fait l'office de soupente. La tringle *d* traverse une coulisse, dans laquelle se meut l'extrémité de l'essieu, environné d'un collet qui le maintient et l'empêche de sortir de la coulisse.

Chaises de jardins.

163. Les chaises de jardins sont de petites voitures traînées ou

poussées par des hommes, et quelquefois traînées par des moutons, des chiens et d'autres animaux. Quelques-unes de ces chaises servent pour l'amusement des enfans; d'autres sont destinées à l'usage des personnes incommodées; d'autres enfin, employées dans des jardins de plaisance, sont un objet de luxe ou de récréation spécialement destiné pour les dames.

164. Ces petites voitures sont ordinairement découvertes; elles sont à deux, à quatre, ou même à trois roues; leur forme et leur décoration varient de mille manières différentes.

Promeneuses d'enfant.

165. Les *promeneuses d'enfant*, sont de petits véhicules; elles servent à soutenir un enfant qui apprend à marcher, et reçoivent leur impulsion des mouvemens même que fait l'enfant.

166. La *promeneuse* imaginée par M. *Pinabel*, se distingue, par une construction fort ingénieuse; elle a pour base un cercle en fer d'environ deux pieds de diamètre, posé sur quatre roulettes mobiles; quatre montans, aussi en fer, fixés par la base et courbés à leurs extrémités, soutiennent au-dessus de la tête de l'enfant un plateau surmonté d'une colonne qui renferme un ressort : sous le plateau (et joint avec le ressort) est un croisillon qui tient suspendue, dans le sens horizontal, au moyen de quatre cordons, la partie supérieure du siége sur lequel on place l'enfant; celle inférieure s'y adapte à volonté, au moyen de trois courroies qui s'agrafent à des crochets. La machine est disposée de manière que l'enfant qu'elle reçoit peut y être assis ou se tenir debout, et elle suit tous les mouvemens de l'enfant, aussi-bien qu'on peut le faire en le promenant à la lisière.

Voitures à deux roues.

167. Les voitures à deux roues suspendues n'ont été adoptées

en Europe que fort tard. Elles furent d'abord consacrées aux voyages accélérés. Ce fut vers l'année 1664 que l'on commença à construire des chaises de poste. Pendant long-temps cette espèce de voiture ne servit qu'à cet usage utile; mais depuis une trentaine d'années elles se sont prodigieusement multipliées. Le luxe et la mode se sont emparés d'elles, ont apporté des variations infinies dans leurs formes et leurs dispositions; et toutes ces variations (qui n'eurent pas toujours pour but la commodité et la sûreté) ont été désignées par des noms aussi étranges que la forme des brillantes frivolités auxquelles elles se rapportent. Leur description et leur nomenclature seraient, dans cet ouvrage, non moins déplacées qu'inutiles.

168. La plus simple des voitures à deux roues est la *padouanelle* (on l'appelle ainsi, parce qu'elle est fort usitée à Padoue) : ce n'est autre chose qu'un petit fauteuil suspendu entre deux brancards et supporté par deux roues.

169. La fig. 1, Pl. VII, représente un cabriolet (ou cariolet, petit char). La caisse du cabriolet est à soufflet, c'est-à-dire, que la partie supérieure est formée par un cuir tendu sur cinq cintres *aaaaa*. Ces cintres en fer sont mobiles autour du point *y*, de sorte que l'on peut aisément replier le cuir en arrière, lorsque l'on veut que le cabriolet soit découvert. Des *esses t t* sont placées de chaque côté de la voiture; elles servent à retenir les cintres dans une position régulière, soit lorsque la voiture est couverte, soit lorsqu'elle est découverte; et, pour qu'elles ne soient point un obstacle à la fermeture du soufflet, elles ont ordinairement trois articulations aux points 1, 2, 3.

170. Le devant de la caisse est formé par un tablier en cuir, et deux lanternes *l* sont adaptées des deux côtés de la voiture.

171. La caisse est ordinairement suspendue à quatre ressorts, dont deux *c* sont fixés aux traverses qui réunissent les extré-

mités postérieures des brancards, et les deux autres *d* sont attachés au fond de la caisse sur le devant. Quelques cabriolets de luxe ont, indépendamment de ces quatre ressorts, deux autres ressorts à courbure concave, dont le milieu est attaché à l'essieu des roues, et les extrémités à la face inférieure de chaque brancard. Les brancards, qui sont légers et élastiques, deviennent aussi de véritables ressorts. Plusieurs cabriolets sont maintenant suspendus sur quatre ressorts de la forme indiquée Pl. VI (fig. 5 et 6). Deux de ces ressorts sont fixés horizontalement et parallèlement sur l'essieu près des moyeux, les deux autres sont fixés sous la caisse du cabriolet; ils sont horizontaux, et leurs extrémités viennent se rattacher perpendiculairement aux extrémités des premiers ressorts, de sorte que les uns avec les autres forment un parallélogramme flexible, dont le milieu des deux côtés est fixé sur l'essieu, tandis que le milieu des deux autres côtés est fixé sous la caisse. Ce mode de suspension nous paraît préférable à celui que nous avons précédemment décrit. Il détruit presque entièrement les balancemens horizontaux de la voiture, et il amortit très-bien les secousses dans le sens vertical.

Voitures à quatre roues pour la ville.

172. Nous avons déjà parlé des anciennes voitures à quatre roues, nommées *coches*. Les carrosses qui succédèrent aux coches étaient fermés dans toute leur hauteur, et avaient des portières ouvrantes et solides. Ces voitures étaient fort grandes, et devinrent par la suite très-somptueuses. Elles n'avaient point de brancards, mais une forte flèche. Le train et la caisse étaient chargés d'ornemens sculptés, souvent très-massifs, qui leur donnaient une grande pesanteur.

173. Les berlines furent ensuite en usage. Dans leur origine,

les berlines différaient des carrosses, en ce qu'au lieu d'être suspendues par les quatre angles, comme ces derniers, elles étaient portées par des soupentes de cuir placées horizontalement et attachées aux extrémités du train. Ces berlines avaient deux brancards à leur train, au-dessus desquels la caisse se trouvait suspendue, de manière que les portières, renfermées dans la hauteur de la voiture, s'ouvraient librement au-dessus des brancards.

174. On a successivement varié la forme de berlines; et on a nommé *berlines à deux fonds*, celles qui étaient d'une grandeur suffisante pour contenir quatre personnes; et *vis-à-vis*, celles qui n'en pouvaient contenir que deux, l'une devant et l'autre derrière.

175. Pour rendre les berlines plus légères, on les a coupées au nu de la portière, par-devant. Cette voiture, ainsi disposée, fut nommée *carrosse coupé*, ou *berlingot*, ou plus ordinairement *diligence*. On fit des diligences tellement étroites, qu'elles ne pouvaient contenir qu'une seule personne; elles furent par cette raison appelées *désobligeantes*.

176. On voit, fig. 2 (Pl. VII), une *diligence*; et, fig. 3, une *berline*, telles qu'on les construit maintenant. La voiture fig. 4, qui n'est couverte qu'en partie, se nomme *calèche* : ce nom est dérivé du mot italien *calesse*. C'est en Italie que cette voiture a pris naissance. Elle est convenable pour la campagne, la promenade et la chasse : l'impériale est soutenue par des cintres et des montans de fer.

177. Une voiture pour la ville, quel que soit son espèce, doit avoir toute la légèreté qui peut être compatible avec sa solidité. Cette légèreté donne de l'élégance à la voiture, et facilite le tirage. Ainsi, les bois destinés à être employés dans sa construction, doivent être le plus possible légers, très-lians, et d'un

grain serré. L'orme a des propriétés qui le rendent convenable à cet usage; aussi il est ordinairement employé de préférence aux autres espèces de bois. L'orme est extrêmement liant, et d'une qualité douce; ses filamens, quoique courts, sont fortement entrelacés les uns dans les autres, ce qui fait que les moulures peuvent y être formées aisément et avec beaucoup d'exactitude : lorsqu'il est assez sec, on peut l'amincir et le cintrer, sans qu'il cesse d'être assez fort pour l'emploi auquel on le destine. Il faut cependant éviter de l'employer trop sec, car alors il tend à la pouriture; et il devient tellement poreux, que non-seulement il absorbe une grande quantité de couleur, mais il en diminue le brillant, et il rend en même temps les dorures moins belles.

178. Le *noyer blanc* est aussi très-bon pour le bâti des voitures; il est plus apte à former les plus petits assemblages qui exigent des tenons solides.

179. On choisit souvent le *noyer noir*, autrement dit *noyer mâle*, pour les panneaux, car il est difficile de trouver du bois plus liant, et dont les planches portent partout autant de largeur sans défectuosités : on le fait refendre à quatre lignes d'épaisseur au plus; et on doit avoir grand soin qu'il soit parfaitement sec, afin qu'il ne se déjette point, et qu'il ne se redresse pas après avoir été cintré un peu.

Le tilleul et le peuplier servent pour faire les caves des voitures, les panneaux de doublures, et pour couvrir le dessus des pavillons.

180. On remarque, dans la caisse d'une voiture à quatre roues, deux parties principales; la partie inférieure, jusqu'à la hauteur des *accotoirs*, c'est-à-dire, jusqu'à la hauteur des appuis des coudes; cette partie est fermée dans tout son pourtour : et la partie supérieure qui doit avoir des ouvertures qui permettent aux per-

sonnes qui se trouvent dans la voiture, la vue des objets extérieurs, sans les exposer aux injures du mauvais temps. Autrefois ces ouvertures n'étaient fermées que par des rideaux; on les ferma ensuite avec des vitres, puis avec des glaces.

181. Les premières glaces étaient à demeure dans les portières, ce qui les exposait à deux inconvéniens : savoir, celui de se casser en ouvrant et en fermant la portière, et celui de priver d'air l'intérieur de la voiture; ce qui est très-incommode, surtout dans les temps chauds. Pour remédier à ces deux inconvéniens, on a imaginé de rendre les glaces mobiles, non pas en les faisant ouvrir comme le châssis d'une fenêtre, ce qui aurait été très-gênant, mais en les faisant descendre dans une cavité formée à cet effet dans l'épaisseur de l'appui de la portière. On a mis ensuite des glaces, disposées de la même manière, sur le devant de la voiture, et même aux côtés latéraux des portières, à la place des *panneaux de custode*. Les carrosses d'apparat ont quelquefois des glaces sur le derrière.

182. Les glaces de derrière et celles des panneaux de custode doivent être disposées de manière qu'elles puissent être ôtées et remplacées par des *faux panneaux*; ou bien il faut qu'elles descendent dans des coulisses pratiquées dans l'épaisseur des parois de la voiture, lesquelles renfermeront en même temps les *faux panneaux*.

183. Les fenêtres des portières et du devant de la voiture sont, indépendamment des glaces, garnies de *jalousies* et de *stores*. La fig. 11 (Pl. V), représente des fragmens de jalousies à lattes mobiles, qu'on ouvre à tel degré que l'on veut, et qu'on ferme même tout-à-fait.

184. Les lattes *a a* de ces jalousies se recouvrent à feuillures les unes sur les autres. Chacune d'elles a deux petits tourillons, dont chacun entre dans un goujon de cuivre encastré dans l'é-

paisseur des montans du châssis qui forme le câdre de la jalousie. On fait mouvoir ces lattes par le moyen d'un ressort *b*, lequel est placé dans le milieu de la traverse d'en bas du châssis, et qui est attaché à un ruban *y* qui réunit d'un côté toutes les lattes; un second ruban *z*, terminé par une courroie, les réunit de l'autre côté. Lorsqu'on tire la courroie, on fait ouvrir les lattes. La courroie a plusieurs trous qui permettent de régler à volonté le degré d'ouverture de la jalousie, en introduisant le crochet *c* dans un de ces trous. Pour fermer la jalousie, il suffit de lâcher la courroie; alors le ressort *b* agit et contraint les lattes à s'adosser les unes contre les autres.

185. Les *stores* sont des rideaux de tafetas roulés sur des tuyaux de fer-blanc placés à la partie supérieure des fenêtres de la voiture. La disposition fort ingénieuse de ces stores est représentée fig. 12, 13, 14 et 15 (Pl. V); le tuyau, dont on voit une coupe en *a a*, fig. 13, est traversé par une barre immobile *b*. Cette barre est environnée d'un ressort à boudin *c* (fig. 12), dont un des bouts lui est annexé, et l'autre est fixé à un manchon *d* qui entoure une des extrémités de la barre *b*; une roue à rochet *f* adhère au manchon, auquel adhère également le tube *aa* (fig. 13), sur lequel s'enveloppe le store; un second manchon *g* permet au tube *aa* de tourner, indépendamment de la barre *b*.

186. (fig. 13 et 14). Un petit levier *m m* tourne autour du point *r*. Ce levier, qui, d'un côté, est comprimé par le ressort *p*, entre du côté opposé entre les crans du rochet *f*; un cordon *q* sert à le dégager d'entre ces crans. Cela posé, on conçoit que, si (fig. 15) on tire la courroie *n* du store *A*, le tube sera obligé de tourner; mais il ne le peut sans que le ressort à boudin soit bandé, et d'autant plus fortement, que le tube aura fait de tours. Lorsque le store a été abaissé au degré convenable, on fixe la courroie *n*, en introduisant un crochet correspondant dans un de ses trous.

187. On arrête plus commodément le store à telle hauteur que l'on veut, en faisant usage de l'encliquetage fixé au manchon du tube. Dans ce cas, pour faire remonter le store, il suffit de tirer le cordon *q*, qui dégage l'encliquetage; alors le ressort à boudin agit, et le store remonte. Le tube sur lequel est enveloppée l'étoffe du store, ne doit avoir qu'un diamètre de neuf lignes, ou d'un pouce; sa longueur doit être un peu plus grande que l'ouverture de la glace.

188. Les glaces, les jalousies, les stores, mettent l'intérieur de la voiture à l'abri des injures de l'air, et n'empêchent point d'ouvrir entièrement les fenêtres auxquelles ils sont adaptés. Il est des occasions où ces ouvertures ne sont point jugées suffisantes, pour que les personnes qui sont dans la voiture jouissent pleinement de la vue des objets extérieurs. On a donc cherché les moyens de découvrir la voiture, en portion ou en totalité; et, au lieu de composer la partie supérieure de la caisse de panneaux pleins, couverts d'une impériale solide (comme on le voit Pl. VII, fig. 2 et 3), on a imaginé les soufflets plians, formés par des cintres tournans autour d'un point, et couverts de cuir, qui, repliés en arrière, forment des plis analogues à ceux d'un soufflet. Des *esses* à articulations fixent le *soufflet* lorsqu'il est déployé, et règlent les plis lorsqu'on le rejette en arrière. La calèche, fig. 4, est couverte d'un semblable soufflet, désigné par la lettre *A*. On voit également un soufflet au cabriolet, fig. 1. La voiture à l'anglaise, fig. 5, a deux soufflets, *A*, *B*; l'un sur le devant, et l'autre sur le derrière. Lorsque ces soufflets sont étendus et relevés, la voiture est recouverte comme une berline ordinaire; de manière que les glaces, les jalousies et les stores du devant et des portières peuvent jouer à l'ordinaire.

189. Il importe essentiellement que les personnes qui sont

dans une voiture, soient commodément assises, et qu'elles ne soient point exposées, par le mouvement de la voiture, à glisser de dessus le siége. Ce siége doit avoir treize pouces de hauteur sur le devant, sur quinze à seize pouces de largeur; le dessus doit être en pente sur le derrière, de deux pouces au moins; et, pour que les coussins ne puissent aucunement glisser en avant (ce qui arriverait, si le siége était de niveau), ils sont en outre retenus par un rebord, ou bourrelet de crin, que les selliers construisent sur le devant du siége.

190. Le siége de derrière des voitures s'ouvre ordinairement par-dessus, en forme de coffre, et ce siége est soutenu par la planche qui sert de devant au coffre. Cette planche n'est point perpendiculaire, mais on fait ordinairement rentrer le bas d'environ trois pouces.

191. Les diligences (fig. 2) ont sur le devant des siéges mobiles, nommés *strapontins;* ils consistent en une planche d'environ un pied de largeur, laquelle est attachée sur deux équerres de fer, qui sont pliées de manière que le siége penche d'environ un pouce sur le derrière. La hauteur des strapontins est de seize pouces, parce qu'on n'y met point de coussins, et qu'ils n'ont qu'une garniture très-mince; cette hauteur donne plus de place, pour que les personnes qui sont assises sur le siége de derrière puissent passer leurs jambes sous le strapontin de devant, sans être exposées à les heurter contre.

192. Le siége du cocher était autrefois soutenu par deux montans qui s'élevaient perpendiculairement de dessus la sellette. Derrière la voiture étaient placés les domestiques, debout, sur un plancher fixé aux traverses postérieures du brancard. Par ces deux dispositions très-vicieuses, le cocher et les domestiques étaient exposés à des secousses et à des ballottemens aussi brusques que fréquens. On a songé à éviter cet inconvénient, et ce

sont les Anglais qui nous en ont donné l'exemple. Maintenant le siége du cocher et le plancher des domestiques sont soutenus par les ressorts, et ils adhèrent à la caisse par l'intermédiaire de diverses barres de fer.

Cette amélioration a produit un double avantage; le cocher et les laquais ont été plus commodément placés, et la voiture a gagné en douceur. L'expérience démontre que, si une voiture est bien suspendue, plus la charge qui pèse sur ses ressorts est forte, plus elle acquiert de douceur; car les balancemens et les secousses, amortis par les ressorts, ne conservent point assez de vigueur pour vaincre les résistances que la voiture oppose à tous ces mouvemens irréguliers; et il est évident que ces résistances sont proportionnelles à la masse que les ressorts supportent.

193. Le plancher des domestiques a été remplacé, dans plusieurs voitures, par un siége, comme on le voit en *m*, fig. 5, Pl. VII. On a adopté deux méthodes de suspendre le siége du cocher. La première consiste à le fixer à des bras recourbés, qui partent du corps de la voiture. Cette méthode est indiquée en *p* (fig. 2). Dans la seconde méthode, les bras recourbés soutiennent un coffre *q*, dont on voit la forme (fig. 5). Du dessus de ce coffre s'élèvent les branches de fer recourbées *l l*, qui servent de support au siége, qui, ordinairement, est environné d'un dossier *r*, revêtu en cuir; une planche oblique est placée à quelque distance, et au-dessous du siége : cette planche, nommée *coquille*, sert d'appui aux pieds du cocher; une pièce de cuir, de forme concave, réunit le dessous de la coquille au devant du siége. Dans les voitures d'apparat, le siége du cocher *s* fig. 3, est revêtu d'une riche garniture d'étoffe ornée de franges, de glands et de broderies : quelquefois le siége est garni d'une peau d'ours, ou de quelque autre animal, revêtue de son poil, et ornée de griffes d'argent.

194. La plupart des voitures à quatre roues ont une flèche, ou bien deux brancards, qui, comme nous l'avons déjà dit, réunissent l'avant-train à l'arrière-train (fig. 3) : la caisse de la voiture est suspendue à quatre courroies *xxxx*, qui correspondent aux ressorts *yyyy*. On se sert de deux méthodes pour établir, par l'intermédiaire de ces courroies, la communication entre les ressorts et le corps de la caisse.

1°. Les bras de fer *zzzz*, fixés sous la caisse, sont terminés par un étrier ; les extrémités supérieures des ressorts *yyyy* ont aussi des étriers semblables; chaque courroie passe dans l'étrier d'un des bras, et dans celui du ressort correspondant; et une boucle fixe les extrémités de la courroie, et permet de raccourcir ou d'allonger à volonté la soupente ;

2°. Le sommet des ressorts n'a point d'étrier, mais un *cric* (on nomme ainsi un petit treuil à encliquetage, et adapté à la partie inférieure, et par-derrière chaque ressort). Les courroies ou soupentes sont attachées d'un côté à l'étrier des bras *zzzz*; elles viennent ensuite joindre le sommet des ressorts *yyyy*, enveloppent le dos de ces mêmes ressorts, et aboutissent aux crics, qui, à l'aide d'une clef (qui n'est point fixée à demeure), servent à bander les courroies et à rendre la caisse horizontale.

195. La fig. 4, Pl. VII, représente une nouvelle construction de voiture, fort ingénieuse. Cette voiture, aussi élégante que légère, n'a ni flèche ni brancard; les soupentes en cuir ont été supprimées; et on a substitué, aux ressorts ordinaires, des ressorts elliptiques (156) : quatre de ces ressorts forment la suspension de cette voiture; deux desquels sont placés parallèlement sur l'essieu de derrière, près les moyeux des roues; les deux autres reposent également sur l'essieu de l'avant-train. Les deux essieux, extrêmement légers, sont en fer tordu et soi-

gneusement corroyé. Au-dessus des ressorts *aa* de l'avant-train, repose une sellette 1, dans laquelle est encastré le cercle 2 horizontal tournant; le cercle fixe 3 lui est superposé; de petites colonnes 4 4 s'élèvent de dessus le cercle fixe, et vont s'encastrer dans le coffre x, qui est intimement annexé au corps de la caisse A: une forte cheville ouvrière 6 est insérée solidement dans le coffre x, et dans le cercle supérieur 3 qu'elle traverse. Elle sert, comme à l'ordinaire, de centre de rotation à l'avant-train. Les *armons* sont encastrés entre la sellette 1 et le cercle tournant 2. Telle est la disposition de l'avant-train, et la manière dont il est réuni au corps de la voiture.

196. Les ressorts z de l'arrière-train sont fixés, par le milieu de leur courbure supérieure, au plancher T des domestiques, lequel fait partie intégrante du corps de la voiture. Par cette ingénieuse disposition, le corps même de la voiture tient lieu de flèche ou de brancard.

197. Le mode de construction que nous venons de décrire sera probablement adopté bientôt pour toutes les voitures légères à quatre roues, car il présente plusieurs avantages évidens : 1°. La voiture à ressorts elliptiques est, à égalité de circonstances, bien plus douce que les voitures ordinaires, parce que les ressorts elliptiques amortissent non-seulement les secousses dans le sens vertical, mais ils empêchent les balancemens horizontaux. Les expériences de M. *Edgeworth* ont d'ailleurs démontré que ces ressorts sont, de tous les ressorts connus, ceux qui remplissent le mieux le but de rendre douce une voiture;

2°. Le tirage est moins pénible, parce que la douceur de la voiture contribue singulièrement à l'alléger, et parce que la suppression de la flèche, des soupentes et de leur attirail, diminue beaucoup le poids de la voiture;

3°. En suivant cette méthode, on peut augmenter le diamètre

des roues de devant : avantage important sous plusieurs rapports. Dans le *Traité du mouvement des fardeaux*, nous avons déjà démontré combien la petitesse des roues augmente les frottemens et les autres résistances que les chevaux doivent surmonter.

198. Divers mécaniciens ont produit, avec plus ou moins de succès, des inventions dont le but utile était d'éviter les accidens auxquels les voitures sont exposées. M. *Garsault*, auteur d'un ouvrage intitulé *Traité des voitures*, a présenté à l'Académie, en 1756, une voiture qu'il a nommée l'*inversable*. Cette voiture offrait les particularités suivantes : La caisse, placée entre deux brancards, se rapprochait de terre autant qu'on pouvait le désirer. Cette disposition interdisait l'usage des portières latérales qu'on n'aurait pas pu ouvrir, parce que les brancards latéraux étaient placés à peu près à la hauteur de la moitié des panneaux : on a donc pratiqué une porte derrière la caisse; de sorte que, pour monter dans la voiture, il fallait passer sur le plancher des laquais.

199. Les roues de devant étaient aussi grandes que les autres; et, pour que l'avant-train pût tourner sans empêchement, la partie antérieure des brancards était fortement recourbée vers le haut, et ils aboutissaient à des montans qui s'élevaient d'environ deux pieds au-dessus du cercle fixe de l'avant-train, qui, de cette manière, faisait corps avec les brancards.

200. La caisse était suspendue par deux cordes revêtues de cuir. Ces soupentes la soutenaient vers le milieu de la hauteur; elles étaient attachées par-derrière à des montans de fer élevés sur les brancards; de là elles passaient horizontalement sous des poulies fixées aux encoignures de la caisse, et elles allaient aboutir aux extrémités antérieures des brancards qui se trouvaient aussi élevés que le siége du cocher, lequel avait la forme

d'une selle. Des courroies de *guindage* empêchaient la voiture de trop se balancer. Cette voiture présente quelques avantages; outre celui d'être moins exposé à verser qu'avec les autres voitures, par exemple, si les chevaux prennent le mors aux dents, on peut aisément sortir sans craindre les roues. Les roues de devant, de même grandeur que celles de derrière, doivent faciliter le tirage : d'autre part, la distribution intérieure devient incommode par la position de la portière, et la forme de la voiture n'est point agréable à l'œil.

201. La voiture de M. *Garsault* n'est point la seule connue qui possède la propriété d'avoir toutes les roues de même diamètre. M. *Venzel de Haffner* a inventé une voiture qui a les quatre roues égales, et qui jouit de la propriété de marcher en arrière comme en avant. Les Danois ont utilement appliqué l'invention de M. *Venzel* au service militaire : en bien des cas elle pourrait être mise en usage avec succès dans quelques voitures de voyage. La voiture de M. *Haffner* peut passer partout où un cheval de bât passerait : elle peut parcourir, avec facilité, les chemins étroits ou bordés de haies, passer des collines, des bois, des fossés, des escarpemens, qu'il ne serait possible de franchir, ni avec d'autres voitures, ni même avec des chevaux de bât; ce qui a été constaté par de fréquens essais : sa mobilité et sa légèreté permettent de la mener en avant ou en arrière, et de la tourner partout où une autre voiture ne le pourrait point.

202. La fig. 11, Pl. IV, représente le plan du train de la voiture de M. *Haffner*. Le diamètre des roues de l'avant-train est le même que celui des roues de derrière; les deux essieux, égaux entre eux, sont réunis à la flèche *a a* par les chevilles ouvrières 1, 2, disposées de manière à pouvoir servir l'une et l'autre, comme centre de rotation. Deux fortes barres *c c*

sont arrêtées d'un bout par un crochet qui s'adapte à une plaque de fer *b*, placée au milieu de la flèche, à laquelle elle est fixée par un pivot vertical 3, de manière qu'elle ait un mouvement de flexion : l'autre bout de chaque crochet entre dans un anneau 4, fixé par un boulon, à l'essieu de derrière.

203. Le train de devant a quatre anneaux *xxxx*, deux desquels reçoivent les crochets qui retiennent les bras *ee* du timon; dans les autres sont insérés les crochets des deux tirans du palonnier *ff*. On doit remarquer que l'essieu du train de derrière a quatre anneaux *yyyy*, semblables en tout aux anneaux *xxxx* de l'avant-train, et cela pour qu'on puisse à volonté transporter le timon de l'avant-train à l'arrière-train.

204. Les barres *cc* sont destinées à donner de la fixité à l'essieu, auquel elles sont accrochées, et remplacent la fourchette de la flèche des voitures ordinaires; l'autre essieu, au contraire, devient mobile sur sa cheville ouvrière, dans toutes les directions que lui donne le timon, qui, par le moyen de ses quatre crochets ouverts, peut être attaché à tel bout de la voiture que l'on veut, ou se détacher sans qu'on ait besoin de dételer les chevaux.

205. Les crochets sont tous arrêtés dans les anneaux par des chevilles à chaînons, afin qu'ils ne sautent pas dehors par le cahotement de la voiture. Les quatre crochets d'attelage doivent avoir le jeu nécessaire pour donner assez de latitude au mouvement vertical du timon, tant au-dessus qu'au-dessous de la ligne horizontale, afin de ne pas serrer et de ne point gêner la marche dans les terrains inégaux et escarpés.

206. Depuis long-temps les Allemands font usage d'une sorte de voiture nommée *wourst*, qui jouit aussi de la propriété de pouvoir parcourir facilement les chemins étroits et tortueux. Cette voiture, très-basse et très-légère, est composée d'un siége

long d'environ sept pieds, placé immédiatement au-dessus de la flèche du train. Au-dessous du siége est placé un marche-pied, de chaque côté, sur lequel posent les pieds de ceux qui sont assis, comme à cheval, sur ce même siége, au bout duquel, sur le derrière, est une espèce de caisse semblable à celle d'un cabriolet, laquelle est séparée en deux par le siége; elle peut contenir deux personnes dans sa largeur, ou bien une seule, assise comme les autres, qui sont à califourchon sur le long siége. Le wourst est fort commode pour aller à des rendez-vous de chasse, et traverser les routes des forêts.

(*a*) *Voiture de M.* Joanne.

207. Un des objets que M. *Joanne* s'est proposé est d'abaisser la caisse pour lui donner plus de stabilité. Cet abaissement se serait opposé au mouvement de l'avant-train, lorsque la voiture tourne, si M. *Joanne* n'avait coupé le fond de la caisse de manière à laisser passer les roues librement. Pour que cette cavité, qui se trouve sous le siége de devant, ne produise pas une difformité à l'extérieur, on a fermé cette ouverture par deux pièces qui rétablissent la régularité de la caisse de la voiture, et qui sont mobiles autour des charnières placées à leurs parties supérieures : à ces deux pièces, et sur leurs faces intérieures, sont fixés deux anneaux, auxquels sont attachées les extrémités d'une corde qui passe par un anneau placé au milieu de la planche horizontale de l'encaissement, et qui est attaché, d'autre part, par son milieu, à l'un des bras du levier, dont l'axe se trouve au milieu de la planche antérieure et verticale de l'encaissement, lequel levier est retenu par son propre poids dans la position

(*a*) Extrait du *Bulletin de la société d'encouragement*, 16e. année.

verticale; l'autre bras de ce levier tombe entre deux portions de cercles horizontaux qui tiennent à l'avant-train. Lorsque celui-ci vient à tourner dans un sens ou dans l'autre, la portion de cercle correspondante rencontre le bras inférieur du levier, et le pousse; la corde est alors tirée par le bras supérieur, et les deux pièces qui ferment l'encaissement s'ouvrent en même temps, et laissent passage à la roue. Cette disposition donne évidemment, à la voiture dont il s'agit, toutes choses égales d'ailleurs, l'avantage incontestable d'être moins sujette que les autres à verser, puisque son fond a environ un pied d'élévation de moins que celle qu'on lui donne ordinairement.

208. Cet avantage n'est pas le seul que doit présenter la voiture de M. *Joanne ;* la manière dont le cheval est attelé en offre un plus important encore, puisque par son moyen il peut être dételé instantanément, s'il vient à s'emporter, et il n'entraîne avec lui que ses harnais : voici comment cet effet est produit.

209. De part et d'autre du collier du cheval, sont deux cordons attachés d'autre part à deux fourreaux en cuir, de dix-huit pouces de long, fermés seulement à leur partie antérieure, et après lesquels tiennent la *dossière*, la *ventrière* et les *reculemens*. On introduit les brancards de la voiture dans ces fourreaux, et les deux traits s'attachent aux points ordinaires, à deux boucles, dont les *ardillons* sont remplacés par deux broches de fer qu'on passe dans deux trous pratiqués aux extrémités des traits, et qui, en s'appuyant sur les boucles, donnent à cet attelage toute la solidité nécessaire. Ces deux broches peuvent être tirées par les personnes qui sont dans la voiture, à l'aide de cordons attachés à leurs extrémités : alors, les traits se trouvant dégagés, le cheval suit et emporte les fourreaux et les harnais qui y tiennent.

210. On peut donc se débarrasser, en un instant, d'un cheval

qui s'emporte; mais, comme il est alors animé d'une grande vitesse, la voiture qu'il abandonne partage l'impulsion. Il fallait donc trouver un moyen sûr d'arrêter les mouvemens de la voiture.

211. A cet effet M. *Joanne* fixe, à la partie intérieure du moyeu de chaque roue, une espèce de limaçon ou filet de vis en fer, et sous l'essieu, près de chaque roue, un levier aussi en fer, dont l'axe tient à l'essieu, et dont le bras le plus éloigné de la roue est le plus long et le plus lourd. Le bras le plus court est recourbé en forme de crochet; et, lorsque le levier est abandonné à lui-même, le crochet touche la surface du moyeu. Aux extrémités des deux plus longs bras sont attachés des cordons qui se réunissent en un seul, à l'aide de petites poulies de renvoi, disposées convenablement; et ce cordon, étant tiré, tient les longs bras soulevés, et par conséquent les petits bras écartés des moyeux; mais ce cordon peut être abandonné à l'action des leviers, en tirant celui qui sert à dételer le cheval. Alors, au même instant, les crochets touchent les essieux; les roues, en tournant, présentent leurs filets de vis à ces crochets; et aussitôt que ces filets sont pressés par les crochets, il est impossible que les roues continuent de tourner; elles ne peuvent donc plus que glisser, et cette circonstance est plus que suffisante pour arrêter le mouvement de la voiture.

212. On aperçoit que celle-ci peut s'arrêter avant que les quatre roues ne soient enrayées; car, comme elles ne sont pas généralement disposées de manière que les filets de vis pressent en même temps les crochets, il s'ensuit qu'elles ne s'enrayent que successivement; mais néanmoins, chaque roue est toujours enrayée avant que d'avoir fait une révolution entière. On voit aussi que ces roues peuvent s'enrayer en reculant.

213. Il faut encore observer que le même cordon qui tient les

leviers soulevés, retient en même temps deux flèches en fer qui glissent dans des ouvertures pratiquées au fond de la voiture, et qui, lorsqu'elles sont abandonnées à elles-mêmes, descendent entre ces ouvertures, et se prolongent devant l'essieu antérieur, sans cesser d'être retenues par le fond même de la voiture; de manière que, lorsqu'on lâche ce cordon, ces flèches s'opposent à tout mouvement de rotation de l'avant-train; ce qui détruit tous les mouvemens obliques que pourrait prendre la voiture avant d'être entièrement arrêtée.

214. L'académie de Dijon ayant nommé une commission pour examiner la voiture de M. *Joanne*, les commissaires ont voulu que l'expérience confirmât la bonne opinion qu'ils avaient conçue de cette voiture : conséquemment ils en ont fait plusieurs épreuves consécutives, et toujours avec succès, sur un terrain horizontal; le cheval marchait avec une grande vitesse. Ils ont ensuite fait rouler rapidement la voiture sur une descente, et les mêmes succès ont suivi ces dernières expériences; le cheval a quitté la voiture instantanément, et la voiture s'est ensuite arrêtée avant même que les roues de devant eussent fait un tour.

215. M. *Joanne* a, depuis, soumis sa voiture à l'examen de la société d'encouragement, qui nomma une commission, dont le rapporteur, M. *Régnier*, a exposé les faits suivans (*a*):

216. « A la première expérience qui a été faite sous nos yeux, le mécanisme de sécurité laissait quelque chose à désirer; notre collègue, M. *Breguet*, a indiqué une modification que M. *Joanne* s'est empressé d'adopter aujourd'hui; ce mécanisme, auquel d'autres améliorations ont encore été ajoutées, a reçu le degré de perfection dont il est susceptible.

(*a*) Bulletin de décembre 1819.

217. » La seconde expérience a eu lieu sur le boulevart du Mont-Parnasse. M. *Joanne* a présenté deux voitures, un cabriolet et une calèche d'une forme élégante. Ces deux voitures étaient attelées des chevaux de M. Franconi; et lui-même les a conduits, pour en démontrer les effets.

218. » Le cabriolet était attelé d'un seul cheval, qui est parti en courant au galop; M. Franconi, qui le conduisait, a tiré un cordon placé dans l'intérieur; aussitôt le cheval s'est dételé, et deux supports, qu'on nomme *servantes* ou *chambrières*, se sont détachés pour soutenir le cabriolet, en même temps que des sabots en forme d'écusson, en se plaçant sous les roues, l'ont enrayé et arrêté dans sa situation horizontale ordinaire.

219. » Cette expérience a été répétée trois fois, toujours avec le même succès. Ensuite on a fait avancer la calèche, attelée de deux chevaux; son point de départ a été le même que celui du cabriolet; et les chevaux, conduits avec la plus grande rapidité, étant arrivés devant nous, se sont trouvés dételés en tirant un cordon, comme dans le cabriolet. La voiture s'est alors arrêtée par l'effet d'un enrayement à sabot, analogue à ceux des voitures ordinaires: cet enrayement a permis à la calèche d'avancer de deux à trois pieds; en sorte que la force impulsive, peu à peu détruite, n'a pas même causé de secousse à la voiture. Cette expérience a été répétée deux fois de suite, toujours avec les mêmes résultats.

220. » Nous ne pouvons donner les détails du mécanisme, M. *Joanne* ayant pris un brevet d'invention pour s'en assurer la propriété; mais nous pouvons affirmer qu'il est simple, solide et ingénieux.

» Son prix de construction n'est point encore réglé; l'inventeur annonce qu'il sera modéré, et à la portée des personnes qui seront dans le cas de s'en servir.

» Enfin, nous avons reconnu que le mécanisme, qui n'a rien de désagréable à l'œil, peut s'appliquer aux voitures de luxe les plus élégantes, même à celles qui sont déjà construites.

» Nous avons remarqué que les chevaux, une fois dételés, ne tardent pas à ralentir leur fougue, et même à s'arrêter tout-à-fait, étonnés de se trouver libres du frein et des guides. D'ailleurs, aucun des harnais qu'ils emportent avec eux ne les frappe ni ne les gêne dans leur course. Le mécanisme présente en outre cet avantage, que, dans le service journalier, et lorsque la voiture a été remisée, le cheval se dételle et s'attelle avec une facilité qui permet de croire que chaque jour on en fera usage, et qu'on n'aura pas à craindre qu'il soit hors d'état précisément au moment du besoin. »

221. M. *Nicolas*, du département de la Loire-Inférieure, a présenté, à l'exposition de 1819, un mécanisme simple et ingénieux, qui produit des effets analogues à ceux que l'on obtient par les procédés de M. *Joanne*. La fig. 9, Pl. VI, représente le plan de l'avant-train, où est inséré le mécanisme dont il s'agit. Deux plaques de cuivre (dont on ne voit que la supérieure *m* dans la figure) réunissent les bouts antérieurs des armons *a a*, et forment, avec ces derniers, une sorte de cavité ou coulisse, dans laquelle entre librement l'extrémité du timon *b b* : cette extrémité a une fente *p* et une échancrure *y* (indiquée par des lignes ponctuées). L'échancrure correspond à des trous forés dans chacune des plaques *m*, et permet l'introduction d'une cheville, représentée séparément (fig. 8).

222. Une cavité *c* est taillée dans le corps de la cheville, de telle sorte, que, si la cheville est tournée dans le sens indiqué par le plan *A*, elle ne retient aucunement le timon ; mais, si on lui fait décrire un quart de cercle, et qu'elle prenne la position *B*, alors la partie pleine *x* de la cheville s'appuie contre le

rebord de l'échancrure *y* (fig. 9), et fixera le timon. On conçoit qu'il importe que la cheville ne puisse changer spontanément de position : à cet effet M. *Nicolas* a employé un encliquetage qui agit sur la cheville, et l'a établi sous la plaque de cuivre inférieure fixée aux armons.

223. La fig. 10 représente cet encliquetage, composé d'un levier *r*, que le ressort *s* retient dans sa position ordinaire; le bout *i* du levier s'appuie contre une came *o* fixée à la partie inférieure de la cheville *A*; l'autre bout *t* porte un anneau auquel est attaché un cordon qui aboutit dans l'intérieur de la voiture, et qui, étant tiré, sert à dégager la cheville. Un second levier *h* traverse la tête de la cheville, et sert à faire tourner celle-ci, à l'aide d'un cordon fixé à son extrémité, et qui, comme le précédent, aboutit dans la voiture.

224. Dans le plan fig. 9, on voit la position de ces deux leviers, qui sont désignés par les mêmes lettres *i* et *h*; les cordons *k*, *g* passent sur une poulie *u* adaptée à la sellette de l'avant-train, et de là on leur fait prendre la direction convenable.

225. La volée *dd* est fixée au timon *bb*; de manière que, si en tirant les cordons *g* et *k* l'on dégage le timon, les chevaux sont libres, et entraînent avec eux le timon, la volée, les palonniers et tous les harnais; alors les deux tringles de fer *ff* (qui traversent librement la volée *dd*, et qui peuvent tourner verticalement autour des points *eeee*), tombent, *arcboutent* contre terre, et retiennent le dernier élan de la voiture.

226. La cheville qui forme la partie principale du mécanisme, doit être travaillée avec soin, et sa force doit être suffisante pour résister à la force du tirage qu'elle doit supporter en entier. La fente et l'échancrure du timon doivent être revêtues en cuivre, ainsi que les faces correspondantes des armons.

227. On trouve, dans le second volume du *Recueil des ma-*

chines, approuvées par l'Académie, une méthode fort simple d'arrêter les chevaux qui se sont emportés. M. *Dalesme* ayant remarqué que les chevaux qui se sont emportés s'arrêtent tout à coup, si on leur jette sur la tête quelque chose qui les empêche de voir, propose d'appliquer, aux harnais de la tête du cheval, deux calottes en cuir, comme on le voit fig. 16 et 17, Pl. V. Elles ont des charnières qui leur permettent de s'ouvrir latéralement; un ressort qui part de la charnière, et agit dans l'intérieur de chaque calotte, tend à la fermer, c'est-à-dire, à lui faire couvrir l'œil du cheval.

228. A l'extérieur de chaque calotte est attaché un cordon *l*, dont l'usage est de tenir en arrière la calotte en façon de *garde-vue*. On noue le cordon en *m* (fig. 16), à la bride, par un nœud coulant; ce même cordon revient dans les mains de celui qui tient les guides, de manière que, si le cheval vient à s'emporter, le conducteur tire les cordons; alors les nœuds sont lâchés, les ressorts poussent en avant les calottes avec force, et les appliquent sur les yeux des chevaux.

Il est fâcheux que ce procédé, aussi facile qu'utile, soit tombé dans l'oubli.

Voitures de voyage.

229. Il serait désirable que les améliorations suivantes fussent généralement appliquées aux voitures de voyage, pour prévenir les dangers auxquels elles sont exposées: 1°. Les roues devraient avoir des moyeux métalliques, qui sont bien plus solides et plus durables que ceux en bois; 2°. les rais devraient avoir alternativement et régulièrement des inclinaisons plus et moins fortes, suivant la méthode que M. *Grobert* a suggérée: Cette méthode, dont nous avons parlé dans le volume intitulé *Mouvemens des fardeaux*, a été employé avec succès en

France et en Angleterre; 3°. il serait convenable que l'on adoptât les essieux *tournans* (127). Ce vœu a déjà été émis par plusieurs savans, et entre autres par M. *Fossombroni*, qui a publié un excellent petit ouvrage sur le mouvement des animaux et sur les transports. « Lorsque (dit cet habile géomètre) l'essieu est fixé au train, et qu'il traverse une roue qui tourne sur lui, celle-ci est essentiellement sollicitée au mouvement par la pression que l'essieu exerce sur un point de la demi-circonférence inférieure de la boîte qui embrasse la fusée : si au contraire l'axe adhère à la roue, et traverse une cavité circulaire adaptée au cadre du train, les roues reçoivent alors la principale impulsion de rotation, par la pression que le corps de la voiture exerce sur un point plus élevé dans la circonférence de l'axe. Or, dans cette dernière hypothèse, la distance entre deux points plus ou moins élevés à l'horizon, étant dûment comparée avec le rayon de la roue, fournit un avantage assez remarquable dans plusieurs circonstances. » 4°. Les essieux dans tous les cas doivent être soigneusement construits avec du bon fer tordu et parfaitement corroyé.

230. *Veranzio* donne un moyen bien simple de soutenir une voiture, de manière à pouvoir continuer le voyage jusqu'au *gîte*, si une des roues vient à se casser inopinément, ou si l'essieu se rompt. Ce moyen (indiqué fig. 5, Pl. III) consiste à attacher une perche pliante *a a* au corps de la voiture, par des *guindages* qui traversent les portières, ou par des *ligatures* de cordes fixées aux points les plus convenables suivant la forme de la voiture. *Veranzio* proposait aussi de placer, dans les fortes descentes, deux perches pliantes des deux côtés de la voiture, pour en ralentir la course.

231. On distingue deux sortes de voitures de voyages; les unes pour l'usage habituel du public, les autres pour les voyages par-

ticuliers en poste : les voitures que nous avons précédemment décrites, servent à ce dernier usage.

232. Parmi les voitures publiques, les unes sont destinées à faire des courses d'une longueur médiocre dans les environs des grandes villes; les autres doivent faire de plus longs voyages. Les premières ne portent que de très-petits bagages, mais elles doivent contenir le plus grand nombre de personnes possible. Les secondes doivent tout à la fois contenir un nombre suffisant de voyageurs, et porter un bagage lourd et volumineux.

233. La solution de ces deux problèmes a été singulièrement facilitée par l'usage du mode de suspension à l'anglaise, que depuis peu l'on a adopté en France. Ce mode consiste à placer des ressorts horizontaux (fig. 5, Pl. VI) sur les deux essieux du train, et à fixer des ressorts (fig. 6) sous la caisse de la voiture. Les extrémités de ces ressorts sont réunis perpendiculairement les uns aux autres par des étriers, de sorte qu'ils forment un parallélogramme flexible placé horizontalement entre le dessus d'un des essieux et le fond de la *caisse*. Une voiture à quatre roues est donc soutenue par deux parallélogrammes, dont l'un est fixé à l'avant-train et l'autre à l'arrière-train. Ces deux parallélogrammes donnent à la voiture huit points de suspension. Les ressorts qui composent les parallélogrammes doivent avoir une courbure régulière en sens inverse de l'effort qu'ils ont à soutenir; leur force doit être proportionnée à la charge qu'ils doivent supporter.

234. Ce mode de suspension a permis d'adosser à la caisse ordinaire de la voiture deux autres caisses, l'une sur le devant et l'autre en arrière. Les trois caisses, qui ne forment qu'un seul corps, reposent sur les deux parallélogrammes à ressort dont nous venons de parler. Ces parallélogrammes sont moins sujets à se rompre inopinément que les soupentes en cuir. On sait que,

lorsqu'une soupente se brise ou se relâche, la voiture se déverse, de manière à produire quelquefois de graves accidens; il n'en est pas de même des ressorts, car si l'un d'eux se casse, la voiture étant soutenue par les autres, ne peut pencher que faiblement.

235. Les trois caisses (fig. 6, Pl. VII) peuvent contenir dix-huit personnes, qui, toutes assises commodément, n'éprouvent que de légères secousses, et elles peuvent toutes jouir librement de la vue des objets extérieurs, sans être exposées aux intempéries de l'air. Les dix-huit personnes étant placées au même niveau, le centre de gravité n'est pas plus élevé que dans les voitures ordinaires; et celle-ci, conséquemment, n'est pas plus exposée que les autres au danger de verser.

236. Les voitures qui sont destinées à porter de lourds fardeaux, outre les voyageurs, ont deux grands coffres, un sur le devant et l'autre sur le derrière de la caisse à laquelle ils adhèrent. Ces deux coffres contiennent une grande partie du bagage, dont le reste est placé dans un panier qui surmonte le coffre de derrière. Sur celui de devant, s'élève le cabriolet du conducteur. Telle est la dernière disposition qui a été adoptée pour les voitures dont fait usage la direction des messageries royales de France. Cette disposition offre plusieurs avantages très-importans, dont voici les principaux :

1°. Cette voiture est plus douce que ne l'étaient les anciennes, dont les unes étaient suspendues sur des courroies tendues horizontalement, comme les anciennes berlines, et comme le sont encore les petites voitures qui parcourent les environs de Paris, et que l'on nomme vulgairement *coucous;* les autres voitures anciennes avaient deux ressorts très-forts attachés parallèlement sous la caisse; quatre soupentes en cuir partaient de chacune des extrémités des deux ressorts, et aboutissaient à des points fixes à l'avant et à l'arrière du train. Les soupentes en cuir

avaient le grave défaut de perdre presque entièrement leur élasticité en se desséchant par l'usage : ces courroies, d'ailleurs, permettaient à la voiture d'incommodes balancemens dans le sens horizontal; balancemens qui sont presque anéantis par les parallélogrammes à ressorts;

2°. Le tirage est bien moins pénible aux nouvelles voitures qu'aux anciennes. Les soupentes et les ressorts de ces dernières ne soutenaient que le corps de la caisse où les voyageurs étaient assis. Les lourds fardeaux, placés derrière la voiture, reposaient immédiatement sur le train, et ils éprouvaient conséquemment tous les cahotemens auxquels celui-ci est assujetti. Ces cahotemens, d'autant plus rudes que la charge était plus forte, tendaient évidemment à augmenter les frottemens et les autres résistances, en opposition avec le libre mouvement de la voiture. Les ressorts qui sont maintenant interposés entre le train et la charge, amortissent les cahotemens avant qu'ils aient le temps de se propager à cette charge : si les ressorts sont bien proportionnés, la charge contribue à rendre cet amortissement d'autant plus complet qu'elle est plus forte.

237. Le gouvernement a ordonné que les malles-postes, qui étaient aussi incommodes que lourdes, fussent remplacées par d'autres mieux construites. Les nouvelles malles-postes sont suspendues sur deux parallélogrammes à ressort, et le corps de la voiture est composé de trois parties adhérentes; celle du milieu contient les voyageurs, qui sont très-commodément assis; les deux autres sont des coffres, dans lesquels on place les lettres et les paquets; celui de devant, moins grand, est surmonté du cabriolet du conducteur. Ces malles-postes présentent les mêmes avantages que les nouvelles voitures des messageries, c'est-à-dire, elles sont, comparativement aux anciennes, très-douces et d'un tirage facile.

Article III.

Véhicules - automates.

238. On doit, en général, placer, dans la classe des *automates*, les véhicules, ainsi que les autres machines, dont les moteurs opèrent sur des organes intérieurs qui participent du mouvement de translation qu'ils ont eux-mêmes communiqué. Les véhicules, dont nous parlons, sont ceux seulement qui servent, ou à transporter un petit nombre de personnes à une distance bornée, ou qui ont un but purement récréatif. Il serait ridicule d'appeler *automates* les nombreuses constructions de l'art naval, et il ne le serait pas moins de donner le même nom aux chariots à vapeur, dont les Anglais font usage, et que nous avons décrit dans le volume intitulé *Composition des machines*, page 123.

Les *véhicules-automates* peuvent avoir pour moteurs, ou la force des hommes ou des barrilets à ressort.

Véhicules-automates mus par des hommes.

239. Cette sorte de véhicule, d'un usage très-borné, n'est employée utilement que par les infirmes et les estropiés, qui, étant assis sur une chaise roulante, peuvent, par leur moyen, parcourir un appartement et un jardin, sans l'aide d'aucune autre personne. Dans ce cas, l'homme assis tourne une manivelle, laquelle, faisant agir un engrenage, transmet le mouvement aux roues de la chaise.

240. Les chaises à l'usage des infirmes, sont ordinairement à trois roues; et, par cette raison, on leur a donné le nom de *trirotes*. La roue de devant, plus petite que les autres, a (indépendamment de son mouvement ordinaire de rotation verti-

cale) un mouvement horizontal, à l'aide duquel, l'homme assis peut diriger facilement la marche de la *trirote*, et lui faire parcourir toutes sortes de détours.

241. La fig. 1, 2, Pl. VIII, représente l'élévation et le plan du mécanisme d'une trirote. Un engrenage, ingénieusement conçu, transmet aux roues *A*, *B* le mouvement que l'on imprime à une manivelle. Voici comment cet engrenage est disposé. De petits cercles en cuivre *aaa*, ou en fer, sont adaptés à chacun des *rais* de la roue; un cercle *mm* les affermit solidement : un grand pignon *pp* à quatre ailes forme un engrenage avec ces cercles; l'axe de ce pignon est le même que celui de la manivelle *q*.

242. Chacune des roues *A* et *B* a un mécanisme semblable à celui que nous venons de décrire : cette disposition permet à l'homme assis d'agir indifféremment sur la manivelle de devant ou sur celle de gauche.

243. La petite roue *R* de devant fait l'office d'un timon pour diriger la course du véhicule. Elle est soutenue par un support vertical *c*, qui lui sert en même temps d'axe de rotation. L'homme assis peut faire tourner le train de la roue *R*, ou à l'aide de ses pieds, poussant une des branches d'un levier horizontal qui traverse et surmonte le support vertical *c*, ou bien avec ses bras; alors une barre recourbée part du support, et prend la direction convenable pour s'approcher de l'homme assis.

244. Les fig. 7, 8 représentent l'élévation et le plan d'un mécanisme, qui produit à peu près le même effet que le précédent; il consiste simplement en une lanterne *l*, fixée à l'essieu qui réunit les roues de la voiture; cette lanterne engrène avec la roue dentée *r*, dont l'axe prolongé porte la manivelle *m*. L'engrenage est caché dans l'intérieur du siége, et la manivelle s'élève à la hauteur la plus commode pour être à la portée de

l'homme assis. On a supprimé ici la petite roue de devant. Cette dernière n'est point indispensable pour diriger la course du véhicule; car l'homme assis peut, en appuyant simplement un de ses pieds contre terre, changer la direction de la course toutes les fois qu'il le juge convenable.

245. On a souvent construit des voitures de grandeur ordinaire, lesquelles recevaient le mouvement par l'action d'un ou de deux hommes placés derrière la voiture. Ces voitures n'ont servi qu'à étonner, pendant un instant, la multitude, et elles ne peuvent avoir aucune utilité réelle. Les fig. 4, 5, 6 donnent une idée du mécanisme que l'on a le plus souvent adapté à ces frivoles inventions. Il consiste en deux leviers de la garouste (*a*). Ces leviers *l l* communiquent entre eux, à l'aide d'une corde qui passe sur la poulie fixe *m*. Les roues à rochet *n n* qui correspondent à chaque levier sont fixées parallèlement sur l'essieu *b b* qui les traverse. Les extrémités postérieures des leviers sont terminées par des palettes *q q*, sur lesquelles l'homme qui est derrière la voiture agit par le poids de son corps. Ainsi l'homme a un de ses pieds sur chaque palette, et il fait agir les leviers en rapportant alternativement le poids de son corps sur l'une, puis sur l'autre, et ainsi de suite.

246. La voiture est dirigée par un autre homme assis sur le siége du cocher, et qui fait tourner l'avant-train en poussant avec

---

(*a*) Le nom de levier de la garouste désigne un levier qui agit sur une roue à rochet (c'est-à-dire à dents inclinées); le levier porte ordinairement deux petits bras de fer recourbés, qui lui sont adaptés à articulation; l'un desquels fait tourner la roue, en exerçant successivement une traction sur chacune de ses dents; l'autre bras, qui fait l'office de *cliquet*, empêche la roue de rétrograder lorsque le premier bras a abandonné une des dents pour venir reprendre la suivante.

ses pieds un levier horizontal qui s'élève de dessus cet avant-train.

Véhicules-automates mus par des ressorts.

247. Ces automates qui ne sont ordinairement que des objets de pur amusement, peuvent être divisés en deux espèces. Ceux de la première sont destinés à être placés sur un bassin ou sur un canal, et leur mouvement de translation est produit par une ou plusieurs *roues à pales*, que de forts barillets à ressorts mettent en mouvement; tels sont le cygne et la gondole représentés fig. 1 et 4, Pl. IX. Les automates de la seconde espèce, dont on voit un exemple fig. 1, Pl. X, sont portés par une voiture.

248. Les automates de l'une et de l'autre espèce ont des mouvemens particuliers, indépendamment du mouvement de translation. Ces mouvemens particuliers sont produits par des moyens analogues à ceux que nous avons déjà expliqués (41).

Véhicules-automates qui se meuvent sur un bassin.

249. M. *Maillard* a présenté à l'Académie (en 1730), les deux automates indiqués dans la Pl. IX. L'un (fig. 1, 2, 3) est un cygne artificiel *A* qui peut se mouvoir en tous sens dans le bassin *B*. On voit distinctement fig. 2 et 3 le mécanisme de cet automate. La roue *a*, adossée au barillet moteur (42), transmet le mouvement à l'engrenage *b*, *c*, *d* qui fait agir la *roue à pales m m m;* c'est la roue *m m m* qui, en frappant l'eau, produit le mouvement de translation du cygne. Un volant à palettes *v v*, empêche que ce mouvement ne soit trop rapide; il reçoit de l'engrenage *p p* la vitesse qui lui convient.

250. La roue *a* dont nous avons déjà parlé engrène avec une roue horizontale *f*, sur l'axe de laquelle est un plateau *g*. Ce

plateau (voyez fig. 3) a une cheville *x* que l'on introduit dans l'ovale *s*, qui tient à une branche coudée *y y* (fig. 2) adaptée au cou du cygne. Il est évident que l'ovale (étant poussé par la cheville, alternativement de droite à gauche et de gauche à droite) fera tourner la tête du cygne.

251. Le cygne (fig. 1), a deux gouvernails *z*, qui représentent les pates de l'animal; ces gouvernails sont faits de deux morceaux de planches minces qui peuvent tourner sur des pivots, suivant la direction que l'on souhaite donner au cygne. Ainsi, si l'on veut le faire aller circulairement, on tourne les gouvernails, en leur donnant une certaine obliquité; le cygne ira en ligne droite si l'on tourne les gouvernails sur le tranchant dans une situation perpendiculaire. Les différentes inclinaisons des gouvernails produisent des mouvemens circulaires plus ou moins étendus.

252. La fig. 4 représente une gondole tirée par un cheval marin. Apollon est assis dans le milieu; la *Navigation*, la *Chasse*, l'*Agriculture* et l'*Industrie*, l'entourent. Il regarde successivement chacune de ces quatre figures symboliques, qui tour-à-tour s'inclinent et lui présentent leurs attributs. Un mécanisme à ressort, caché dans l'intérieur de la barque, produit ces divers mouvemens. Il agit sur une détente adaptée à un autre mécanisme contenu dans le cheval marin, et à peu près semblable à celui que renferme le cygne précédemment décrit.

On voit, fig. 5, les détails du mécanisme qui met en mouvement les figures contenues dans la barque. Un barillet à ressort *a* est adossé à une roue dentée qui, par l'intermédiaire de l'engrenage *b*, *c*, met en mouvement la roue B, sur laquelle s'élève la cheville *x* dont nous allons expliquer l'usage. La même roue B transmet le mouvement au volant régulateur *v v*.

253. La cheville x agit successivement sur l'extrémité des leviers 1, 2, 3, 4, chacun desquels fait mouvoir une des figures symboliques, c'est-à-dire, lui fait incliner le corps et élever les bras pour présenter ses attributs à Apollon. Un mécanisme semblable à celui indiqué en C C, correspond au levier 2; de même, le levier 3 agit sur un mécanisme qui ne diffère point de celui que l'on voit en D D.

254. Le levier 1 est mobile autour du point m, et porte un plan incliné n, sur lequel s'appuie le bout du levier i, placé entre deux ressorts l et o, dont le premier sert à redresser la figure, et l'autre à empêcher que ce redressement ne se fasse avec trop de précipitation. Les bras s'élèvent à l'aide d'un fil fixé au point 5; ce fil passe sur une poulie 6, et aboutit au bras t. Le ressort w rappelle le bras dans la première situation.

255. Le mécanisme D D ne diffère de celui que nous venons d'examiner que par la position du centre du levier 4, lequel est placé à son extrémité u. Chacun des leviers 1, 2, 3, 4, est muni d'un ressort q, qui le remet dans sa première position lorsque la cheville x a cessé de le comprimer. La même cheville dégage la détente qui retient le mécanisme du cheval. A cette détente est attachée une corde r r dont l'extrémité est fixée au levier h k; de sorte que la corde r r dégagera cette détente toutes les fois que la cheville poussera le bras k du levier h k.

256. A l'axe de la roue B est placé l'encliquetage (fig. 6), qui arrête le mouvement des cinq figures lorsque cette roue a fait un tour entier.

257. Un troisième véhicule-automate, de M. *Maillard*, est représenté Pl. X. C'est une chaise roulante *A* (fig. 1), dans laquelle sont deux figures. La première a, est une femme; elle s'incline pour caresser le chien c, qui fait un mouvement pour s'approcher d'elle. La seconde figure b fouette le cheval et tire

les guides. La voiture marche à l'aide d'un mécanisme à ressort, contenu dans l'intérieur de la caisse. Un autre mécanisme placé dans cette même caisse fait agir les figures *a*, *b*, *c*; et enfin, un troisième mécanisme est renfermé dans le corps du cheval, dont il met en mouvement les jambes de manière à imiter la marche au naturel.

258. Le premier mécanisme, c'est-à-dire, celui qui produit la translation du véhicule-automate, est construit d'après les mêmes principes que ceux que nous avons indiqués (241 et suivans), à l'exception qu'ici le moteur est un fort ressort.

259. Le second mécanisme est indiqué fig. 4. Le barillet *a* agit à l'aide d'un engrenage sur un plateau *b*, dont les chevilles exercent leur action sur le levier *l* qui fait incliner la figure A, et sur un autre levier *m* plus petit qui sert à faire approcher le chien C en même temps que la figure A s'abaisse; car à l'extrémité *x* de ce levier est attaché un fil *f*, qui fait tourner la planche sur laquelle le chien est posé. Le centre de rotation de cette planche est en *y*; un ressort *z* la repousse en arrière aussitôt qu'une des chevilles a abandonné le petit levier *m*.

260. Voici comment la figure B fouette le cheval et tire les guides. Un second plateau *p* est placé sur l'axe du plateau *b*. (On a représenté dans la figure le plateau et la figure qui lui correspond, hors de sa place pour faciliter l'intelligence du mécanisme). Les chevilles du plateau *p* correspondent au milieu des espaces qui séparent celles de l'autre plateau, de sorte que les premières n'agissent que lorsque les autres ont fini leur action.

261. Le levier *s s* étant poussé alternativement par les chevilles du plateau *p*, produit deux actions: 1°. d'élever le bras *w* de la figure; 2°. de tirer les guides qui sont attachées au point *v*. Elles correspondent à la détente du mécanisme renfermé dans le cheval, et elles servent à lâcher cette détente.

262. Un encliquetage que l'on voit séparément en D est placé à l'extrémité de l'arbre des plateaux ; il sert à déterminer la durée du mouvement des figures.

263. Le troisième et dernier mécanisme est représenté de profil et de face, fig. 2 et 3. Les jambes du cheval sont mobiles autour des points *c c*; les branches *d d* qui les surmontent se terminent par des ouvertures ovales que des axes coudés *m m* traversent. Un engrenage mû par un barillet à ressort fait tourner ces axes, dont l'objet est d'élever et d'abaisser successivement les jambes, qui sont articulées de manière à imiter la marche d'un cheval.

CHAPITRE TROISIÈME.

Translations dans le sens vertical.

264. Nous séparerons en deux séries les divers modes de translation verticale que l'homme a employés pour s'élever à une hauteur plus ou moins grande, et nous parcourrons chacune d'elles en un article particulier. La première série renferme ceux de ces modes qui sont dépendans d'un ou de plusieurs points d'appui et de suspension, et à l'aide desquels on ne peut parvenir qu'à une médiocre hauteur. Les véhicules que la seconde série contient sont indépendans, et ils parcourent librement l'atmosphère. Les échelles et les mécanismes qui en tiennent lieu se rapportent à la première ; les parachutes et les aérostats à la seconde.

Article premier.

Chaises et planchers volans, échelles mobiles.

265. Il est quelques édifices très-élevés dont la forme, la distribution et les dimensions s'opposent à l'établissement d'une échelle fixe. Dans ce cas (qui ne peut se réaliser que rarement) on a recours aux chaises ou aux planchers volans. On appelle ainsi des mécanismes qui n'occupent qu'un très-petit espace, et à l'aide desquels un homme peut s'élever ou s'abaisser sans le secours d'aucune autre personne. Le moyen le plus simple est celui d'une corde garnie de nœuds, et attachée solidement à un point fixe plus élevé que le lieu où l'on veut parvenir. Les maçons, les couvreurs, les badigeonneurs, se servent avec beaucoup de dextérité de ce moyen, aussi incommode que périlleux.

266. Le danger et l'incommodité qui accompagnent l'usage de la corde à nœuds disparaissent en grande partie, lorsque l'on combine cette corde avec un plancher volant, comme on le voit fig. 4, Pl. XI. Ici, le plancher volant n'est autre chose qu'un plateau *a* suspendu à une corde *b b* qui passe sur la poulie *c*, et porte le contre-poids *p*. Un trou foré dans le plateau *a* livre passage à la corde à nœuds *nn*, fixée à ses deux bouts.

267. Lorsqu'un homme veut se servir de ce mécanisme fort simple, il monte sur le plateau *a;* le poids de son corps étant alors contrebalancé en grande partie par le contre-poids *p*, il s'élévera avec un effort médiocre, en agissant tour à tour avec ses mains sur les nœuds de la corde *nn;* il sera libre de s'arrêter à tel point qu'il voudra, pourvu qu'il n'abandonne point la corde *nn*, sans quoi le poids de son corps le ferait redescendre : par-

venu à la hauteur déterminée, il arrêtera le plateau à un point fixe. Veut-il redescendre, il n'a qu'à détacher le plateau, et laisser agir le poids de son corps. Il ne faut point qu'il oublie d'attacher le plateau lorsqu'il sera descendu. On fixe une corde *l* à la partie inférieure du plateau, pour le faire redescendre, si, par accident, le contre-poids l'eût entraîné, ou bien pour donner le moyen à plusieurs personnes de monter l'une après l'autre.

268. L'homme qui se place sur le plateau volant que nous venons de décrire, doit nécessairement employer sa propre force musculaire pour monter. Le plateau volant indiqué par la fig. 5, permet d'employer, soit la force de l'homme même qui monte, soit celle d'une autre personne placée en bas ou en haut. Une corde à nœuds et sans-fin *nn* est tendue sur quatre poulies fixes 1, 2, 3, 4; l'axe prolongé de la poulie 3 porte une vis sans-fin *s* (fig. 5), laquelle engrène avec la roue *r*. Cette roue est placée sur l'axe de la grande poulie *p*, qui soutient la corde *ll*, aux deux extrémités de laquelle sont le plateau volant *a* et le contre-poids *q*: deux trous forés dans le plateau *a* livrent passage à la corde sans-fin *nn*. L'engrenage *r*, *s* diminuant l'effort à exercer, permet de faire monter plusieurs personnes à la fois, en employant la force d'un seul homme.

269. La fig. 6 représente une chaise volante suspendue à une corde: cette chaise peut porter deux personnes, dont une fait monter la machine en tournant une manivelle.

L'ascension de la chaise est produite par un engrenage qui fait tourner un treuil *a* renfermé dans la caisse *bb*. Le mouvement de ce treuil fait envelopper la corde sur sa surface, et fait conséquemment monter la chaise.

270. Le treuil est surmonté d'un frein à vis (fig. 7), dont la compression fixe le treuil toutes les fois que l'on veut s'arrêter à

une hauteur déterminée. Le même frein sert à modérer la vitesse du développement de la corde, lorsqu'on veut descendre.

271. Cette machine est sujette à des dangers et à d'autres inconvéniens, ainsi que plusieurs machines analogues qui ont été proposées en divers temps, et dont la description serait superflue.

Échelles mobiles.

272. Nous ne parlerons point des échelles et des échafauds volans qui servent à la construction ou à la décoration des édifices; ces appareils appartiennent plutôt à l'art du charpentier qu'à la mécanique : nous ne parlerons point non plus des *hélépoles*, de ces énormes tours ambulantes dont les anciens se servaient pour escalader les villes assiégées, car elles sont décrites dans le volume intitulé *Machines employées dans les constructions diverses;* mais nous ne pouvons nous dispenser de traiter des appareils qui servent, en cas d'incendie, à pénétrer dans l'intérieur des édifices, pour sauver les personnes et les effets. M. *Régnier* s'est appliqué avec beaucoup de persévérance à améliorer ces appareils utiles. Il a construit deux espèces d'échelles à incendie, l'une portative, l'autre à chariot.

Échelle à incendie, portative, par M. Régnier, Pl. XII, fig. 1, 2 *et* 4.

273. Cette échelle, dont le poids n'excède point cent vingt livres, est en bois de sapin et chêne; elle est composée de trois petites échelles *a*, *b*, *c*, de douze pieds de longueur chacune, qui se meuvent à coulisse l'une dans l'autre, et qui, lorsqu'elles sont développées, forment une hauteur totale de trente-trois pieds.

274. Un bâton (fig. 4), terminé par un crochet x, sert au développement de la machine, en soulevant successivement par les échelons l'une des échelles qui doit monter. Un étrier *mm*

(fig. 1) retient l'échelle que l'on a soulevée, et l'empêche de descendre. A la queue *q* de cet étrier (fig. 2), est attachée une corde qui passe sur la poulie *p*, et se termine par un anneau *c*. Cette corde sert à dégager l'étrier de dessous l'échelon qu'il soutenait, toutes les fois que l'on veut faire redescendre l'échelle, ou bien la faire monter plus haut.

275. Deux hommes peuvent aisément transporter cet appareil sans chariot, partout où l'on veut, et le faire passer par les allées les plus étroites, puisqu'il n'a que douze pieds de longueur lorsqu'il est replié. Son prix n'est que de 150 francs.

Échelle à chariot, par M. Régnier, Pl. XII, fig. 7.

276. Cette utile machine, dont un modèle en grand est déposé au Conservatoire des Arts et Métiers, fut imaginée à l'occasion d'un prix proposé par l'Institut, en l'an VI, à l'inventeur des machines les plus propres à sauver les personnes renfermées dans les maisons incendiées. Ces machines devaient remplir les conditions suivantes : 1°. que leur transport et leur manœuvre soient aisées et simples, afin que, dans les cas toujours imprévus où elles devront être utiles, elles arrivent promptement au lieu de leur destination, et puissent être mises en œuvre par des hommes peu exercés ; 2°. qu'elles s'adaptent aux diverses configurations locales dépendantes des largeurs et des pentes des rues, des distributions et des hauteurs des maisons, etc. ; 3°. que leur construction les rende propres à être, pendant la manœuvre, le plus possible à l'abri des flammes ; 4°. qu'on puisse, par leur moyen, sauver les femmes, les enfans, les vieillards, les malades, et les autres individus à qui l'épouvante ôterait toute présence d'esprit ; 5°. enfin, que les changemens de forme qu'éprouvent les bois employés ne puissent pas les mettre hors de service, et n'apportent pas d'obstacles sensibles à la faci-

lité de leur manœuvre. Le prix fut partagé entre quatre concurrens; cependant l'Institut regarda la machine de M. *Régnier* comme la plus parfaite. La Société d'encouragement accorda ensuite à ce mécanicien habile la somme de 2,000 francs, pour l'engager à mettre à exécution cette importante machine, dont on fit la première épreuve le 10 floréal an XI. La machine représentée Pl. XII, fig. 7, fut d'abord placée au milieu d'une cour par quatre hommes, deux desquels agissant sur une manivelle, développèrent les échelles A, B, C, par un mécanisme que nous allons bientôt expliquer : ce développement fut fait en trois minutes; et le point le plus élevé de l'appareil se trouvait à 52 pieds de hauteur.

En même temps un autre ouvrier, en dévidant un rouleau attaché à une seconde manivelle, fit descendre une corde, destinée à soutenir le sac ou panier M, pour sauver les personnes malades ou infirmes, par les fenêtres, sans descendre par les échelons. On a remarqué que le développement de l'échelle isolée prouvait sa solidité, puisque sa partie supérieure, quoique non appuyée, n'avait fléchi en aucune manière.

On fit ensuite avancer la machine au pied du mur d'un bâtiment, et on appuya la partie supérieure de l'échelle sur un tuyau de cheminée; aussitôt deux hommes montèrent l'un après l'autre jusqu'au sommet de l'échelle, d'où ils auraient pu verser l'eau par le tuyau, s'il eût été nécessaire.

277. La machine de M. *Régnier* est placée sur un chariot, comme on le voit fig. 7. Quatre vis *v v v v* sont fixées au châssis du chariot, dont les roues sont basses : ces vis servent pour l'arrêter solidement sur le pavé, et pour le maintenir horizontalement quand les rues ont de la pente. De solides supports *s s* s'élèvent de dessus le chariot; ils soutiennent l'axe horizontal x,

autour duquel tourne la caisse P, qui renferme trois ou quatre échelles à coulisse, emboîtées les unes dans les autres. La caisse forme elle-même une échelle de douze pieds de long, à peu près; elle est équilibrée sur son axe de manière à pouvoir prendre la situation horizontale indiquée par les lignes ponctuées, lorsque toutes les échelles sont rentrées dans son intérieur. Une vis de rappel sert à l'incliner plus ou moins lorsqu'elle est dans sa position verticale.

278. Les échelles A, B, C ont sur leur face postérieure des crémaillères qui engrènent avec un fort pignon, mû par la manivelle *l*. Ainsi, toutes les fois que l'on fait tourner cette manivelle dans un sens déterminé, les échelles se développent successivement, et un encliquetage *y* les empêche de redescendre. Les hommes qui doivent agir sur la manivelle *l* se placent sur un marchepied *nn*. Indépendamment de l'encliquetage, les échelles sont retenues par un fort crampon d'arrêt et par des chevilles.

Une manivelle *o* correspond à un treuil, et sert à élever le sac ou le panier M. Le mode de développement par engrenage est préférable à celui que l'on peut effectuer à l'aide des cordes, sujettes à se dégrader promptement, et à se briser lorsqu'on veut en faire usage.

Panier de secours, par M. Régnier, Pl. XI, fig. 1.

279. En Angleterre, on remarque plusieurs maisons dont les propriétaires ont eu la sage précaution de fixer aux étages supérieurs des cordes permanentes à nœuds, au moyen desquelles les personnes peuvent se sauver par les fenêtres, si le feu éclatait rapidement, et que l'escalier fût interceptée par les flammes ou par la fumée. Cet appareil si simple est d'un usage trop difficile, surtout pour les vieillards, les femmes et les enfans.

280. Ces considérations ont engagé M. *Régnier* à substituer à la corde à nœuds deux cordes lisses fixées sous la tablette supérieure de la croisée la plus élevée de la maison ; on passe ces cordes *a a* (fig. 1 , Pl. XI) dans deux poulies attachées au panier P : des hommes placés au bas de la maison, en tenant l'autre extrémité des cordes et s'éloignant l'un de l'autre font monter le panier qui va chercher les personnes en danger, et redescend par son poids pendant que les hommes se rapprochent.

Les deux cordes exigeant un développement proportionné à la hauteur du bâtiment, cet appareil ne peut être établi dans les cours qui n'auraient pas l'étendue convenable; mais il peut être adapté à toutes les maisons qui donnent sur la rue.

281. Le panier, semblable à une niche, a six pieds de hauteur environ ; il porte, à sa partie supérieure, deux fortes poulies établies dans des chapes de fer, qui le consolident sur toute sa largeur : ces poulies présentent deux espèces d'oreillons, dans lesquels les cordes glissent librement; l'intérieur de la niche est garni de poignées en buffle. Les cordes, composées de bon chanvre câblé, ont six lignes et demie de diamètre; elles sont solidement attachées à deux forts pitons scellés sous la tablette supérieure de la croisée la plus élevée; aux deux côtés de cette croisée sont fixées des boîtes en bois peint, de quatre pieds de longueur sur six pouces en carré, fermées par un crochet; ces boîtes servent à renfermer les cordes pour les garantir des injures de l'air; et ce qui reste d'apparent sous la tablette de la croisée, quoique à couvert de la pluie, est goudronné, pour le préserver de l'humidité : les extrémités des cordes ont sept ou huit nœuds, à un pied de distance les uns des autres, afin qu'elles ne glissent point entre les mains de ceux qui les tiennent dans la manœuvre.

282. L'appareil complet coûte environ 120 fr. Si le cas de s'en servir arrive, les personnes qui sont à l'étage supérieur jetteront à terre les cordes renfermées dans les deux boîtes de la croisée; celles qui habitent le rez de chaussée apporteront le panier; ils passeront le bout de chacune des cordes dans les deux poulies, et le feront monter en écartant les cordes. Le panier servira non-seulement à sauver les hommes, mais aussi les objets précieux.

Dans une expérience qui fut faite avec l'appareil de M. *Régnier*, on est parvenu, en deux minutes, à descendre sept hommes d'un quatrième étage; huit hommes ont été employés à cette manœuvre, c'est-à-dire, quatre à chaque corde.

M. *Castéra* construit des appareils analogues au précédent : ce mécanicien s'est spécialement proposé de produire un moyen de secours facile, et applicable aux positions qui n'offriraient pas l'espace nécessaire pour la manœuvre du panier à traction oblique.

283. Pour atteindre ce but, M. *Castéra* place à la partie supérieure de son panier de secours un double treuil, ou deux lanternes, de diamètres différens, sur un seul axe horizontal, à chacune desquelles est attachée une corde d'une longueur proportionnée à la hauteur de l'édifice auquel le moyen de secours est appliqué; la corde du petit tambour est fixée, par son autre extrémité, à un crochet mobile placé au-dessus de la croisée la plus élevée; celle du grand tambour, roulée sur elle-même, reste dans le panier, et au moment du besoin on la laisse descendre dans la rue. Un seul homme suffit à la manœuvre, soit pour élever à la hauteur de la croisée un pompier, un tuyau de pompe, etc., soit pour en descendre un individu ou des effets. Cet appareil, qui occupe un petit espace, n'exige pour agir qu'une force médiocre.

Appareils contre les incendies, par M. Daujon.

284. M. *Daujon*, dont nous avons déjà fait mention avec éloge, a construit plusieurs machines remarquables, dont le but est le même que celui des appareils de M. *Régnier*, que nous venons d'examiner.

285. *Première machine.* Elle s'élève par le moyen de simples parallélogrammes, soutient à son extrémité supérieure une poulie dans laquelle passe une corde : par son moyen, des hommes placés sur le plancher du chariot, montent et descendent une cage destinée à recevoir les personnes qu'il faudrait sauver. Cette machine est défectueuse, 1°. parce que la charge pèse de telle sorte à l'extrémité supérieure de la série des parallélogrammes, que probablement la machine en serait brisée; 2°. parce qu'il n'est pas possible de descendre les malades par ce seul moyen.

286. *Seconde machine.* Elle est placée sur un chariot à quatre roues, sur les traverses duquel sont fixés deux premiers montans, qui portent des échelles à coulisses dans une position inclinée, et repliées sur elles-mêmes lors du transport de la machine. Deux autres montans, placés aux deux tiers du même chariot, maintiennent dans une position verticale un châssis à coulisse, destiné à soutenir ces échelles lorsqu'elles sont développées; savoir : de l'avant du chariot vers l'arrière, sur une longueur de près de soixante pieds, et dans une inclinaison de quarante-cinq degrés : dans cette position, l'extrémité de l'échelle atteint à une hauteur verticale d'environ quarante pieds.

La dernière échelle porte à son extrémité une plate-forme qui est soutenue par un châssis qui s'élève verticalement jusqu'à cette plate-forme. Ce châssis est porté sur des traverses à coulisses qui se tirent à l'arrière du chariot, de telle sorte que si le

développement ne se fait que d'une partie de leur longueur, le châssis s'élève à proportion pour soutenir la plate-forme.

287. Sur la longueur des échelles inclinées monte une caisse ou chariot, par le moyen d'une corde qui passe dans une poulie attachée au haut de la plate-forme. Cette corde est tirée par des hommes placés sur le grand chariot. Cette caisse donne la facilité de faire descendre les personnes faibles ou infirmes.

288. On a reconnu que cette machine est trop compliquée, et qu'elle a plusieurs autres défauts dont le plus grave est celui de développer les échelles à l'aide de cordes qui sont sujettes à s'entortiller, ce qui serait très-dangereux en plusieurs circonstances.

289. La troisième machine est également placée sur un chariot, du milieu duquel s'élèvent deux montans qui soutiennent l'essieu d'un châssis tournant. Ce châssis est disposé horizontalement dans le transport, et verticalement dans le service. Sur sa longueur se replient deux autres châssis, lesquels, développés, s'élèvent à la hauteur d'environ 50 pieds. Ce développement se fait par le moyen de deux cordes mouflées, tirées chacune par un homme : aux deux côtés de ce châssis sont placés deux crochets à ressort qui le fixent à la hauteur convenable.

Une plate-forme est placée au sommet; aux angles de cette plate-forme sont fixées quatre cordes métalliques, dont deux aboutissent à un treuil placé à l'arrière du chariot, et les deux autres à un second treuil placé à l'avant. Ces cordes, fortement tendues, font l'office de *haubans*.

290. Les cordes dont nous venons de parler servent en outre de guides aux caisses ou chariots que l'on fait glisser sur elles du haut de la plate-forme, ou remonter du bas en haut à l'aide de cordes qui passent sur des poulies adaptées à la plate-forme.

291. La plate-forme a des barres d'appui, ou *garde-fous* ; à une des traverses supérieures du chariot est attachée une échelle de corde qui donne aux pompiers la facilité de monter à la plate-forme. Un tablier en tôle est adapté et suspendu à la plate-forme du côté de la maison, pour garantir toute la partie supérieure de l'atteinte des flammes.

292. La quatrième machine de M. *Daujon* est composée d'une échelle à escalade, au moyen de laquelle un pompier, ou toute autre personne, peut s'élever jusqu'à une fenêtre désignée, où étant entré, il fait toutes les manœuvres nécessaires pour monter un sac, et le fixer solidement avant de s'en servir.

293. L'échelle est formée de trois parties montées sur un chariot, avec un *lisoir*, de manière qu'on peut la diriger à volonté, et qu'en tournant une manivelle, l'échelle se développe et s'élève à environ 50 pieds de hauteur.

294. Le sac est composé d'une pièce de forte toile, d'environ 66 pieds de longueur sur 6 de largeur ; les deux lisières sont réunies avec un petit cordage passé dans des œillets.

295. La gueule du sac est terminée par un châssis qui s'applique contre la fenêtre par laquelle les personnes que l'on veut sauver peuvent passer, et que l'on y fixe au moyen d'une barre de bois placée en travers et par de fortes courroies.

296. A la distance d'environ 5 pieds de la gueule du sac est placé un nœud coulant formé par une corde qui passe dans des anneaux de fer, et qu'on peut manœuvrer étant à terre. Ce nœud coulant est destiné à mettre un intervalle entre les objets ou les personnes que l'on veut faire descendre.

297. Le sac est terminé par un cercle de fer qui tient tendue la toile qui en forme le fond, et contre lequel les objets s'arrêtent.

Ce sac forme ainsi une espèce de couloir en toile, qui donne

la facilité de faire descendre très-promptement des personnes placées à des étages très-élevés.

Trois minutes peuvent suffire pour élever l'échelle, monter et fixer le sac et faire descendre une personne.

(*a*) *Machine à secours contre les incendies, par M.* Tréchart.

298. M. *Tréchart* a voulu résoudre les deux problèmes suivans :

1°. Trouver le moyen simple, sûr, facile et peu dispendieux, d'introduire un ou plusieurs hommes dans une maison où est le feu, et à tel étage que les circonstances peuvent exiger ;

2°. Donner un moyen également simple, facile et prompt, de sauver les individus logés dans une maison où est le feu, même les malades, les femmes, les enfans, et d'enlever les papiers, les bijoux et effets précieux.

299. Pour parvenir à la solution de ce double problème, M. *Tréchart* emploie deux appareils différens, mais qui concourent au même but : l'un qui reste fixé à la maison que l'on veut sauver ; le second qui s'y transporte facilement, au moment même de l'incendie.

300. Pour introduire à toute hauteur, dans la maison menacée par le feu, un ou plusieurs individus, il faut que l'appareil suivant y ait été placé d'avance.

Au haut du mur, sous la corniche, on scelle une forte tige de fer saillante, portant à son extrémité une poulie semblable à celle des réverbères.

Au-dessous de cette poulie, on place un fort piton dont

(*a*) Extrait d'un rapport fait à la Société d'encouragement, par MM. *Regnault de Saint-Jean-d'Angely*, *Proux*, *Conté*, *Molard* et *Chassiron*.

l'ouverture est ovale, et se présente verticalement dans la ligne d'aplomb de la poulie.

Dans le bas de la maison on scelle, dans la même ligne d'aplomb à 12 ou 15 pieds du pavé (afin qu'on ne puisse y parvenir sans échelle), une boîte en fer, portant en dedans un crochet et fermant à la clef.

Enfin, près du pavé on scelle un piton.

301. Voici l'usage de cet appareil, qui doit toujours être placé à un pied de distance de la ligne des croisées.

Au crochet de la boîte en fer on fixe par un bout une corde de laiton, dont l'autre extrémité est passée dans la poulie d'en haut, et reste suspendue en l'air par une boule en fonte du poids de deux livres. Cette boule sert de contre-poids quand l'appareil est en repos, et de bascule quand il agit; il reste fixé à demeure au mur intérieur des maisons.

302. Veut-on s'en servir, on parvient avec l'échelle dont il va être parlé, à la boîte en fer; on décroche la corde de laiton, on y attache une corde, on la file à la main; le contre-poids fait bascule, entraîne le fil de laiton, puis la corde qui va passer dans la gorge de la poulie: on amène la corde jusqu'à terre.

303. Quand on la tient par les deux bouts, on attache à l'un d'eux une échelle de corde, composée de deux montans en corde, de rouleaux en bois de frêne formant échelons, à l'extrémité desquels sont des rondelles de bois, afin de lui donner un écart suffisant du mur, pour poser les pieds et les mains avec facilité; enfin d'un crochet en fer très-ingénieux, et qui porte à son sommet un anneau où s'attache la corde qui sert à monter l'échelle.

304. Lorsqu'elle est parvenue en haut et que le crochet touche à la poulie, on lâche la corde, le crochet tombe dans l'anneau

inférieur, et l'échelle est suspendue; une forte courroie l'attache par le bas au piton placé près le pavé.

305. Pour décrocher l'échelle, on l'enlève en tirant la corde; on l'écarte du mur, on lâche la corde, et l'échelle descend.

Ce moyen que nous venons de décrire donne la facilité à un ou plusieurs hommes de s'introduire dans la maison où est le feu, pourvu qu'il y ait une seule ouverture non embrasée.

306. M. *Tréchard* se sert de l'appareil suivant pour sauver les individus et les effets précieux.

Cet appareil est composé : 1°. d'une nacelle en osier, qui n'a qu'une seule ouverture latérale du côté de la maison; 2°. d'une poulie montée sur un chevalet en fer, armé à l'autre bout d'un *sergent* qui sert à la fixer à une des croisées; 3°. d'une barre de bois de frêne avec une chaîne et une vis de rappel qui fixent solidement la poulie et le sergent; enfin des cordes ordinaires.

307. Le tout est porté sur un petit chariot à deux roues, dont le train est formé par quatre traverses de bois qui soutiennent la nacelle. La traverse de derrière se place et s'enlève à volonté pour poser la nacelle; à la traverse de devant tient un petit timon pour conduire le chariot; on place dans la nacelle le *sergent*, la barre, les cordes, etc.

Les deux *ridelles* du chariot ont chacune six pieds de longueur; détachées et réunis bout à bout, elles forment une échelle pour atteindre la boîte du premier appareil.

Le tout peut être traîné par un enfant de douze ans, et passer partout où deux hommes de front peuvent aller. La nacelle a 27 pouces de largeur.

308. Voici de quelle manière cet appareil est mis en usage. Supposons d'abord qu'un ou plusieurs hommes soient parvenus par l'échelle de corde dans la maison où est le feu; ils portent avec eux une ligne de cordes roulée et attachée derrière eux par

une ceinture de cuir; ces hommes jettent la pelote de corde en bas, gardent un des bouts à la main; à l'instant, ceux qui sont dans la rue attachent à la corde, la poulie, le *sergent* et le câble qui doit enlever la nacelle; les hommes en haut retirent la corde. Le tout étant parvenu à la croisée et mis en place, on passe la corde dans la poulie, et le bout est jeté en bas.

309. Pendant cette manœuvre on passe l'autre bout de la corde dans la poulie de renvoi placée dans le milieu de la nacelle, afin qu'elle soit toujours horizontale, quelle que soit la direction de la corde tirante.

On enlève rapidement la nacelle, en ayant soin de se tenir de l'autre côté de la rue ou de la cour, de manière que la corde forme une diagonale, afin d'éviter que la flamme puisse atteindre la nacelle ou les cordes.

La nacelle va s'appliquer contre la croisée où est le *sergent*, et y présente son ouverture latérale; les hommes, les femmes, les enfans, les malades, y sont placés.

Des expériences furent faites pour éprouver l'appareil de M. *Tréchard*. Dans une de ces expériences on a employé 11 minutes pour conduire le chariot au pied de la maison, dresser l'échelle, introduire des hommes au cinquième étage, fixer l'appareil à la croisée, monter la nacelle, et enfin faire descendre deux hommes dans cette même nacelle.

310. Dans une autre expérience faite en présence d'une commission de l'Institut, la même manœuvre n'a duré que six minutes.

Les manœuvres subséquentes pour élever, charger, descendre la nacelle, ont duré 75, 77 et 80 secondes. Un coup de sifflet annonçait quand la nacelle était chargée et devait descendre. Il n'y eut ni embarras, ni confusion.

311. Si la nacelle restait quelque temps fixée à la croisée, on

aura soin de diriger vers elle le jet d'une pompe pour empêcher qu'elle ne puisse s'enflammer.

Machines portatives contre les incendies.

312. Les nacelles, les paniers à secours procurent le moyen de transporter de petites machines hydrauliques dans l'endroit le plus convenable pour attaquer directement le foyer de l'incendie; les expériences remarquables de M. *Van-Marum* ont prouvé évidemment qu'une très-faible portion d'eau dirigée avec intelligence suffit pour éteindre un vaste incendie. Ces expériences sont trop intéressantes pour que nous les passions sous silence. Voici le détail que le baron de *Zach* fit insérer dans le n°. 119 du journal intitulé : *Reichs Anzeiger*, de l'expérience faite à Gotha, en 1798.

On construisit, sous la direction de M. *Van-Marum*, une *coque* de vieux bois sec, qui avait 24 pieds de longueur, 20 pieds de largeur et 14 de hauteur ; elle avait deux portes du côté du nord-est, et deux grandes ouvertures en forme de fenêtres du côté du sud-est. Le haut était entièrement ouvert.

313. L'intérieur de cette *coque* était enduit de goudron et couvert ensuite de paille tressée en nattes, sur laquelle on fit de très-copieuses aspersions de poix fondue avant que le feu y fût mis. On avait attaché, au bas de ces nattes de paille, des mèches de coton, trempées dans de l'esprit de térébenthine, pour que la *coque* de bois prît tout-à-coup feu de tous les côtés à la fois. Aussi le feu animé par le vent fut très-violent. Lorsque les nattes de paille furent entièrement consumées, le bois du côté intérieur de la *coque* fut bientôt enflammé de tous côtés.

314. Les circonstances les plus défavorables accompagnèrent cette expérience ; car le vent chassait la flamme précisément par les deux portes du côté du nord-est, par lesquelles on voulait

faire entrer les jets d'eau pour l'éteindre. Néanmoins M. *Van-Marum* fit porter une petite pompe portative devant la porte qui se trouvait au côté du nord-est, près du côté du sud-est de la loge; et, se plaçant lui-même devant cette porte, aussi près que l'ardeur du feu pouvait le lui permettre, il dirigea le jet d'eau premièrement du côté du sud-est où le feu était le plus violent, aussi près de la porte qu'il était possible; et, dès que la flamme fut éteinte de ce côté, il dirigea le jet le long du côté sud-ouest, puis du côté nord-est, de manière que dans peu de minutes il s'était rendu maître du feu, et que les parois enflammées furent éteintes.

315. Après cela la pompe fut placée dans une des ouvertures faite en forme de fenêtres, par où, faisant passer son jet d'eau, il atteignit aussi en très-peu de temps le côté du sud-est. Il se rendit ensuite au milieu de la loge, où il y avait encore du feu dans les fentes et dans les trous des planches; l'incendie fut entièrement éteint en trois minutes, au moyen de trois seaux d'eau lancée à l'aide de la pompe et d'une autre très-petite portion d'eau employée ensuite à éteindre les parties ardentes qui restaient dans la *coque*.

On a reconnu, après l'extinction du feu, que ce n'était pas seulement la paille tressée en nattes qni avait brûlé, mais que tout le bois de la loge avait été atteint plus ou moins profondément par la flamme.

316. Il résulte, de cette expérience et d'autres analogues, que M. *Van-Marum* a faites à Harlem, que ce n'est point la quantité d'eau qui contribue à la prompte extinction d'un incendie, mais la manière de diriger le jet; et que, dans tous les cas, le feu peut être éteint avec la quantité d'eau purement suffisante pour mouiller toute la surface.

317. Il s'agit donc, en éteignant le feu, de diriger l'eau de telle

manière que la surface embrasée soit arrosée en entier par le jet d'eau, c'est-à-dire, de manière qu'il ne reste aucune partie que cet arrosement n'ait atteinte; et cela avec la plus grande célérité possible, pour que la chaleur de la flamme, brûlant encore par-ci, par-là, ne puisse avoir le temps d'enflammer de nouveau les parties éteintes, après avoir entièrement évaporé l'eau dont on les avait arrosées.

318. Il faut toujours commencer par lancer l'eau vers l'endroit où le feu est le plus violent, afin que la production de la vapeur d'eau (qui étouffe la flamme en interceptant la communication de la surface qui brûle avec l'air atmosphérique) soit la plus copieuse possible. On continue de jeter l'eau sur la partie enflammée voisine, aussitôt que la flamme cesse où l'on a commencé; et on poursuit, aussi promptement que possible, la flamme pour l'éteindre partout, avant que la partie où l'on a commencé ait perdu entièrement, par évaporation, l'eau dont elle est humectée.

319. M. *Manby* a proposé l'emploi de petites fontaines de compression pour éteindre les incendies. Les dimensions de ces fontaines devraient être telles qu'étant remplies, chacune d'elles puisse être transportée par un homme sur tous les points d'un bâtiment, quelque difficile qu'en fût l'accès. On les placerait dans les endroits les plus convenables pour atteindre directement l'endroit où la flamme a le plus d'activité. En ouvrant un robinet, l'air condensé dans la fontaine fera jaillir un filet d'eau avec une force considérable; et ce filet, dirigé avec précision sur les parties enflammées, produira avec une très-petite quantité d'eau un effet plus prompt et bien plus efficace que celui que l'on obtient en lançant de grandes masses d'eau d'une manière indirecte.

320. Il serait désirable que les corps-de-garde des pompiers,

les salles de spectacle et en général tous les édifices qu'il importe de préserver des incendies, fussent pourvus d'un certain nombre de petites fontaines de compression, toujours remplies et toujours chargées ; elles offriraient dans plusieurs circonstances une ressource précieuse : l'utilité de ces petits appareils, employés avec discernement, ne peut être douteuse si l'on réfléchit aux résultats étonnans des belles expériences de M. *Van-Marum*, que nous avons rapportées.

321. Un grand nombre d'incendies doivent leur origine à la négligence de faire ramoner à temps les cheminées. M. d'*Arcet* a proposé un moyen aussi sûr que facile d'éteindre promptement le feu qui prend dans une cheminée, c'est de projeter sur l'incendie du soufre en poudre, et de boucher aussitôt la cheminée. Si ce moyen était plus connu, il préviendrait une foule d'accidens funestes ; mais il faudrait que l'on eût la précaution d'être toujours pourvu d'une certaine quantité de soufre pour s'en servir au besoin.

322. Les Anglais, qui ont appliqué les moyens mécaniques non-seulement aux opérations des arts industriels, mais encore à celles qui dépendent de l'économie domestique, n'ont point négligé d'en faire usage pour le ramonage des cheminées. Voici un des appareils dont on se sert à Londres, depuis l'année 1813. Il peut, en plusieurs cas, être d'une grande utilité, surtout pour le ramonage des cheminées placées dans des ateliers insalubres, où les hommes ne sauraient pénétrer sans danger.

Appareil pour ramoner les cheminées, par Georges Sinart,
Pl. XII, fig. 3, 5 *et* 6.

323. Cet appareil, d'une grande simplicité, consiste en quatre brosses *a a a a*, en barbe de baleines. Ces brosses sont réunies à charnières, à une tige en bois *b*, et elles sont soute-

nues à l'instar d'un parapluie, par des barres *cc* (fig. 3 et 5), reposant sur une virole ou douille évasée *d*. Ainsi les quatre brosses, se repliant lorsque l'on ne s'en sert point, occupent un petit espace. Un petit ressort *i* empêche la douille de redescendre lorsque les brosses sont déployées.

324. Une suite de baguettes ou tuyaux creux en bois *m m m* (fig. 3), sert de support aux brosses. Chaque tuyau a 2 pieds et demi de long, et porte à son extrémité une virole ou anneau; l'autre bout est aminci, afin de pouvoir entrer dans la virole du tuyau correspondant. De cette manière, les baguettes se montent l'une sur l'autre, et forment une tige longue et flexible qui occupe toute la hauteur de la cheminée.

325. Une corde, attachée au chapeau de la brosse, traverse la série des baguettes, les réunit, et les maintient dans une position verticale, lorsqu'elle est bien tendue. La baguette inférieure est munie d'une vis qui s'engage dans un écrou, et dont le but est d'arrêter la corde.

326. Quand on veut ramoner, on introduit d'abord dans la cheminée la brosse repliée, comme on le voit (fig. 3); puis, après avoir arrêté la corde par un nœud *n* au sommet du chapeau de la brosse, on la passe dans le premier tuyau *m*; on ajoute un second tuyau, puis un troisième, et ainsi de suite jusqu'à ce que la brosse soit parvenue au sommet de la cheminée. Il faut avoir soin dans cette manœuvre de tendre constamment la corde qui traverse les tuyaux, placés à la file l'un de l'autre, lesquels peuvent être considérés comme un manche long et flexible.

327. Le tout étant préparé comme nous venons de le dire, l'ouvrier met en mouvement l'appareil, en le poussant et le tirant alternativement. Alors les brosses s'ouvrent par la rencontre des obstacles qu'une ou plusieurs d'elles rencontrent; et, une fois ouvertes, le ressort *i* (fig. 5) les empêche de se replier.

328. L'ouvrier, après avoir ramoné la partie supérieure de la cheminée, diminue la longueur du manche en ôtant le tuyau inférieur; et, par de semblables diminutions progressives, il fait agir la brosse sur toute la longueur de la cheminée depuis le haut jusqu'en bas.

329. Si le feu prend dans la cheminée, on peut l'éteindre promptement en couvrant d'un drap mouillé les brosses qu'on met en mouvement comme nous l'avons dit ci-dessus.

330. Pendant le ramonage, on place devant la cheminée un ample rideau percé de deux ouvertures longitudinales; il est monté sur une tringle de fer divisée en deux branches qui glissent l'une sur l'autre, et s'arrêtent par une vis, afin de pouvoir s'allonger ou raccourcir à volonté, suivant les dimensions des cheminées; les extrémités de cette tringle s'engagent dans deux pitons fixés aux jambages de la cheminée. Le ramoneur se place devant le rideau, et il passe ses bras à travers les fentes qui y sont pratiquées.

Lorsqu'une cheminée présente quelques difficultés, on peut faire descendre, par le toit, la brosse dans le tuyau, à l'aide d'une chaîne ou d'une corde, comme on le fait dans les campagnes où l'on remplace les brosses par un fagot.

Article II.

Parachutes et ballons.

331. De tout temps les hommes ont essayé de s'élever dans l'atmosphère, et d'imiter le vol des oiseaux. La plupart de ces tentatives furent inutiles ou funestes aux personnes qui eurent le courage de les entreprendre. Diodore de Sicile, dont le témoignage est fort douteux, parle d'un certain *Abaris*, qui fit en volant le tour de la terre. Lucien rapporte qu'un prêtre du

temple d'Hiérapolis, parvint à s'élever dans l'air (*a*). A Rome, sous le règne de Néron, un homme s'éleva à une certaine hauteur, au moyen d'ailes artificielles; mais il perdit la vie en effectuant cette expérience.

332. On lit dans le *Dédale* de Jean Wilkins, que Elmerus, moine anglais, s'élança de la Tour de Londres, et parcourut, en volant, un certain espace; que de semblables tentatives furent faites à Constantinople, à Nuremberg et à Venise.

Vers le milieu du dix-septième siècle, Jean-Baptiste Dante, de Pérouse, construisit des ailes qui lui servirent à s'élever dans l'air plusieurs fois; il eut le malheur de se casser la cuisse dans une de ses expériences.

333. L'histoire nous offre quelques récits d'oiseaux artificiels volant. On lit, dans Aulu-Gelle (*Noctes Atticæ*, lib. X, cap. XII) ce qui suit :

« Plusieurs écrivains grecs, et entre autres le savant Favori» nus, assurent qu'Architas avait fait un pigeon de bois qui » pouvait voler par le moyen d'une puissance mécanique; ainsi, » il se soutenait en contrebalançant la force qui tendait à le » faire tomber, et était animé par une puissance occulte qui » y était enfermée.... Si ce pigeon venait à tomber, il ne pou» vait se relever de lui-même. »

334. Jean Muller, dit Regiomontanus (suivant l'assertion du *P. Kircher*, de *Porta*, de *Gassendi*, de *Lana* et de *Wilkins*), construisit un aigle volant, et une mouche en fer qui, quand il la lâchait, volait dans divers endroits de la chambre, et revenait ensuite dans sa main. Les historiens qui nous ont transmis

---

(*a*) *Aliud quoque dicam, quod me præsente fecit. Sacerdotem illum in humeros sublatum ferebant : ille verò, iis inferius in terrâ relictis, solus in aere ferebatur.* Lucian. de Syriâ Deâ.

les faits que nous venons d'indiquer et quelques autres du même genre ne nous disent rien de positif sur les moyens mécaniques qui ont été mis en usage. C'est dans *Véranzio* que l'on trouve la première indication précise d'un mode de s'élancer, sans danger, du sommet d'un édifice très-élevé.

335. (Voyez fig. 1, Pl. XIII). « L'on prendra, dit *Véranzio*, une voile carrée; on l'étendra sur un cadre formé par quatre perches égales. Des quatre coins du cadre partiront des cordes qui serviront à attacher l'homme à cet appareil, au moyen duquel il pourra se lancer, sans danger, du sommet d'un clocher, ou d'un autre lieu éminent : la résistance de l'air l'empêchera de tomber avec précipitation; et, supposant même que l'air atmosphérique ne soit aucunement agité par le vent, la percussion de la voile qui tombe produira une résistance qui en retardera la chute. Il faut cependant faire attention de proportionner la grandeur de la voile au poids de l'homme. »

336. L'appareil de *Véranzio*, qui vivait au commencement du dix-septième siècle, n'est autre chose que le parachute réputé généralement invention récente. Nous croyons que le parachute a été mis en usage avant l'époque de *Véranzio*, et que c'est à l'aide du parachute que Elmerus (332) s'élança de la Tour de Londres. Nous croyons aussi que le pigeon d'Architas, et l'aigle de Régiomontanus, agissaient par un principe analogue à celui du parachute. En effet, si l'on suppose qu'un oiseau artificiel formé de matières très-légères, et ayant de grandes ailes déployées, soit lancé d'un lieu élevé, il est évident que les ailes feront l'office de parachute, et que l'oiseau, tombant avec beaucoup de lenteur, semblera faire usage de ses ailes. Que l'on suppose en outre que l'oiseau soit lancé à l'aide d'une petite *catapulte*, ou d'un autre mécanisme du même genre; dans ce cas, l'oiseau sera animé d'un mouvement de pro-

jection horizontale, qui, étant combiné avec la petite portion de force de gravité que le parachute n'a point amortie, fera parcourir à l'oiseau un long trajet, à la fin duquel il s'approchera de terre avec beaucoup de lenteur. Quant à la mouche de Régiomontanus, ce ne pouvait être autre chose qu'un jeu *magnétique.*

337. Le Journal des savans, du 12 décembre 1678, contient une notice curieuse sur une machine pour voler en l'air, inventée par un serrurier, nommée Besnier. Cette machine, indiquée fig. 2, Pl. XIII, est une espèce de parachute formé par quatre ailes mobiles, posées aux deux extrémités de deux bâtons parallèles qui s'appuient sur les épaules de l'homme. Les ailes de derrière étaient mues par les jambes, celles de devant par les mains, de telle manière que, quand la main droite faisait baisser l'aile *a*, le pied gauche faisait baisser l'aile *e*, et ainsi alternativement en diagonale. Les ailes étaient formées par des châssis oblongs couverts de taffetas. Il est évident que cette machine ne peut point servir pour s'élever; mais elle peut faire en quelque sorte l'effet du parachute, pour amortir la descente trop rapide; et il paraît qu'avec de l'adresse, il est possible, au moyen de cet appareil, de produire une petite déviation dans un sens déterminé.

338. *Besnier*, muni de son parachute, a commencé d'abord à s'élancer de dessus une table; après, d'une fenêtre médiocrement haute; puis, d'un second étage; et enfin, d'un grenier, d'*où il a passé par-dessus les maisons de son voisinage.*

Si *Besnier* n'a point éprouvé la mésaventure ordinaire des personnes imprudentes qui ont voulu faire usage d'ailes factices, c'est qu'il les avait disposées de la meilleure manière pour qu'elles remplissent l'office de parachute. Le nommé

Bernoin ne fut point aussi heureux : il fit, en 1673, une expérience à Francfort, où il se cassa le cou en essayant de voler.

339. Le parachute que *Véranzio* avait décrit d'une manière si claire et si positive fut oublié pendant long-temps, ainsi que les autres inventions de cet habile mécanicien. C'est à M. *Le Normand* que l'on doit la reproduction de ce mécanisme, aussi surprenant que simple, dont l'invention a été faussement attribuée, soit au célèbre *Montgolfier*, soit à M. *Garnerin*. M. *Le Normand* a donné, en 1784, la description de son parachute, dans un mémoire qu'il adressa à l'Académie de Lyon. Des détails circonstanciés sur cet objet sont consignés dans le tome 16, page 120, des *Annales des Arts et Manufactures*.

340. Le problème qui a pour objet de trouver les moyens d'imiter le vol des oiseaux résulte de trois parties bien distinctes : 1°. de descendre, sans danger, d'une élévation quelconque, en traversant librement l'atmosphère; 2°. de s'élever dans l'air à une hauteur qui surpasse celle des éminences les plus hautes; 3°. de diriger à volonté la course aérienne dans les deux sens horizontal et oblique.

341. Le parachute résout la première partie du problème; la seconde partie l'est également par les *aérostats;* la troisième n'est point encore résolue, et il est probable qu'elle ne le sera jamais d'une manière satisfaisante.

342. Le principe des aérostats ascendans consiste à renfermer, dans un vaisseau sphérique très-léger, une substance aériforme d'une gravité moindre que celle de l'air atmosphérique. Le père *Lana* et *Gallien* furent les premiers qui entrevirent ce principe. *Montgolfier* l'a mis en exécution, à l'aide de l'air raréfié; et *Charles* employa à cet usage le gaz hydrogène, dont *Cavendish* avait démontré, quelques années auparavant, les propriétés. Le beau travail de *Cavendish* est inséré dans le cin-

quante-sixième volume des *Transactions philosophiques* de 1766.

343. En 1670, le père *Lana* fit imprimer à Brescia un ouvrage remarquable, intitulé *Prodromo, o saggio di alcune invenzioni nuove premesso all'arte maestra.* Dans le sixième chapitre de cet ouvrage, le père *Lana*, après avoir démontré la possibilité de faire un vaisseau sphérique d'une matière donnée, d'une épaisseur et d'une grandeur telles, que quand il sera vidé d'air, il sera plus léger qu'un pareil volume d'air atmosphérique, et montera avec un poids additionnel dans cet élément, calcule la grandeur de quatre vaisseaux sphériques de cuivre, pour qu'étant vides d'air ils puissent enlever une nacelle contenant quatre personnes.

344. La découverte des aérostats ascendans, appartient indubitablement à *Montgolfier*, quoique, comme nous l'avons dit, deux hommes de génie en eussent entrevu antérieurement le principe.

(*a*) En 1782, *Montgolfier* se trouvait à Avignon; c'était l'époque où les armées combinées tentaient le siége de Gibraltar. Seul au coin de sa cheminée, rêvant selon sa coutume, il considérait une sorte d'estampe qui représentait les travaux du siége; il s'impatientait qu'on ne pût atteindre au corps de la place, ni par terre, ni par eau. « Mais ne pourrait-on pas, au moins, y arriver au travers des airs? La fumée s'élève dans la cheminée; pourquoi n'emmagasinerait-on pas cette fumée, de manière à composer une force disponible? » Il prie la demoiselle chez laquelle il logeait de lui procurer quelques aunes de vieux taffetas, construit un petit ballon, et le voit s'élever au plancher. Il écrit sur-le-champ à son frère, qui était à Annonay: « Prépare

---

(*a*) Discours de M. le baron de Gérando à la Société d'encouragement.

promptement des provisions de taffetas, de cordages, et tu verras une des choses les plus étonnantes du monde. » Effectivement, les deux frères firent de concert une expérience à Annonay, où le ballon s'éleva à 70 pieds.

345. Encouragés par le succès de ces deux essais, MM. *Montgolfier* construisirent un aérostat dont la capacité était d'environ 650 pieds cubes. L'expérience réussit si bien, que l'aérostat rompit les cordes qui le retenaient; et, après avoir monté rapidement à la hauteur de 600 pieds, il tomba à peu de distance.

Bientôt après, ils firent une nouvelle expérience avec un ballon de 35 pieds de diamètre.

346. *Montgolfier* vint à Paris, où il fut invité, par l'Académie des sciences, à répéter sa nouvelle expérience aérostatique, et l'Académie offrit de fournir à toutes les dépenses nécessaires. Il construisit un aérostat de 60 pieds de hauteur et de 42 de diamètre. Cette grande machine fut faite de toile de coton, et peinte en détrempe en dedans et en dehors. Les préparatifs pour remplir l'aérostat consistaient en un large échafaud, élevé de quelques pieds au-dessus du sol; dans le milieu était une espèce de cheminée d'environ 15 pieds de diamètre, à la partie inférieure de laquelle on faisait le feu proche de la terre. L'ouverture de l'aérostat fut adaptée à la cheminée, et le reste reposait sur la partie environnante. L'expérience fut faite à Versailles, en présence du Roi et de la Reine.

En onze minutes de temps, la machine étant prête à s'élever, on coupa les cordes; elle monta avec une cage d'osier qui contenait un mouton, un coq et un canard; et elle parvint à la hauteur de 1,440 pieds.

347. Le premier voyage aérien fut entrepris le 20 novembre 1783, par MM. *Pilâtre de Rozier* et d'*Arlandes*; ils partirent

de la Muette, près le bois de Boulogne, et descendirent à une distance d'environ 4,500 toises; ce trajet fut fait en vingt à vingt-cinq minutes. Le succès de cette expérience détermina MM. *Charles* et *Robert* à tenter un voyage avec un ballon rempli de gaz hydrogène. Ils construisirent en effet un ballon de 27 pieds et demi de diamètre, de taffetas gommé, couvert d'un filet qui supportait la nacelle; le gaz fut extrait au moyen de la limaille de fer, et de l'acide sulfurique étendu d'eau. Ces substances furent déposées dans des tonneaux; le gaz était dirigé par des tubes de fer-blanc, à travers un cuvier plein d'eau, d'où il se rendait par un entonnoir au ballon. Des sacs remplis de sable furent placés dans la nacelle, pour servir de lest. Le balon s'éleva majestueusemeut, fit un trajet d'environ neuf lieues, et descendit; alors M. *Robert* mit pied à terre. M. *Charles* se détermina à remonter; en trente-cinq minutes de temps, il s'éleva à plus de 1,700 toises, et fit un trajet de plus de trois lieues.

348. Depuis cette époque, un grand nombre d'expériences aérostatiques furent faites dans les diverses contrées de l'Europe. En 1785, deux navigateurs intrépides, *Blanchard* et le docteur *Jeffries* eurent le courage de traverser en ballon le Pas-de-Calais.

A la bataille de Fleurus, le maréchal Jourdan se servit d'un aérostat pour faire explorer les mouvemens de l'ennemi : on prétend que la mémorable victoire qu'il remporta à cette occasion est due en partie à ce singulier expédient.

En 1805, MM. *Biot* et *Gay-Lussac* firent une ascension remarquable, consacrée à des expériences aussi importantes que curieuses.

349. Les grands ballons, destinés à être remplis de gaz hydrogène doivent avoir une forme sphérique; le taffetas gommé

est la matière qui est employée dans leur construction. Le vernis qui couvre le taffetas est ordinairement composé de gomme élastique, coupée par petits morceaux, dans cinq fois son poids d'esprit de thérébentine : on laisse reposer ce mélange pendant quelques jours; puis on fait bouillir une partie de cette dissolution dans huit parties d'huile de lin siccative. Ce vernis doit être employé un peu chaud.

350. Lorsque les pièces de soie qui doivent composer le ballon ont été taillées suivant la forme qui leur convient, et qu'elles ont été vernies, on les réunit en laissant déborder environ un demi-pouce d'un de ces morceaux sur le bord de l'autre. On passe dessus un fer chaud, ayant la précaution de placer une feuille de papier au-dessus et au-dessous de la soie, de manière à empêcher le fer ou la table de se coller avec l'étoffe; on y fait ensuite des coutures; puis, pour plus de sûreté, on y colle un ruban, ce qui est non-seulement utile pour empêcher le gaz de s'échapper, mais sert aussi à renforcer le ballon; enfin on recouvre ces rubans d'un vernis.

351. Il doit y avoir à la partie supérieure du ballon une soupape en cuivre garnie de cuir, qui s'ouvre en dedans; un cordon part de cette soupape, traverse le ballon et descend dans la nacelle, pour que l'aéronaute puisse laisser échapper une portion du gaz lorsque cela est nécessaire.

Cette soupape, munie d'un ressort qui tend à la tenir fermée, a environ 6 pouces de diamètre; elle doit être adaptée avec soin pour que son jeu soit libre et régulier. Le cordon de la soupape sort par un trou fait à un petit morceau de bois attaché à la partie inférieure du ballon et opposé à la soupape. Un petit cordon doit empêcher la soupape de s'ouvrir au delà d'un certain degré.

Un ou deux tubes en soie doivent être attachés à la partie

inférieure du ballon. Leur diamètre est d'environ 6 pouces pour un ballon de 30 pieds. Ils doivent être assez longs pour que leur extrémité puisse se porter jusqu'à la nacelle. Ces tubes servent à l'introduction du gaz.

352. La nacelle est ordinairement d'osier, recouverte de cuir peint ou verni. Elle est suspendue à des cordes attachées au filet qui recouvre le ballon. Ces cordes aboutissent à un cercle placé à environ 2 pieds au-dessous du ballon, et de ce cercle partent les mêmes cordes ou d'autres qu'on attache au bord de la nacelle.

Les mailles du filet sont plus petites au sommet, et s'élargissent en descendant. Cette disposition renforce le ballon dans l'endroit où le gaz exerce sa plus grande force.

353. La fig. 3 (Pl. XIII) représente un ballon avec sa nacelle; on voit, fig. 4 l'appareil qui sert à le remplir de gaz. — *a a*, sont deux cuves d'environ 3 pieds de diamètre sur une profondeur de 2 pieds, renversées dans des cuves plus grandes *b b*, pleines d'eau. Du fond des cuves renversées *a a*, part un tuyau *e* de fer-blanc, qui a environ 6 pouces de diamètre et 7 à 8 pouces de long. L'on attache à ces tuyaux les tubes de soie du ballon. Autour de chacune des cuves *bb*, sont placés plusieurs tonneaux *fff*, percés de deux trous à leur fond supérieur ; on adapte à l'un de ces trous un tuyau de fer-blanc, fait de manière qu'en passant sur le bord de la cuve *b*, et à travers l'eau, son ouverture puisse pénétrer sous la cuve renversée *a*. L'autre trou sert à l'introduction des substances, et il est fermé par un bouchon. Les tuyaux des tonneaux n'ont qu'environ 3 pouces de diamètre.

354. Pendant l'opération, le ballon est attaché à une corde soutenue par deux mâts. On commence par recouvrir le ballon de son filet, et, après en avoir chassé tout l'air commun, on lie les tubes de soie aux tuyaux *e e* de l'appareil, puis on met la quantité déterminée de matière dans les tonneaux, en commen-

çant par le fer; ensuite on verse l'eau, et enfin l'acide sulfurique. On a reconnu que pour remplir un grand ballon qui ait 30 pieds de diamètre, il faut environ 3,900 livres de morceaux de fer, 3,900 livres d'acide sulfurique, et 19,500 livres d'eau.

355. Le gaz venant à se dégager enflera le ballon, et dans peu de temps il sera capable de se soutenir dans l'air, sans l'aide des cordes, qu'on peut alors lâcher. Pendant que le ballon continue à se remplir, on ajuste le filet à la nacelle, dans laquelle on dépose le lest et les divers objets dont les aéronautes peuvent avoir besoin. Quand le ballon est rempli un peu plus qu'aux trois quarts, on sépare les tubes de soie des tuyaux adaptés aux cuves renversées, et, après avoir lié leurs extrémités, on les place dans la nacelle; enfin les aéronautes se disposent à partir, on lâche les cordes latérales, et la machine est abandonnée dans les airs.

356. On évalue communément la force d'ascension du gaz, extrait comme nous venons de l'indiquer, à environ une once par chaque pied cubique.

357. L'on a proposé un grand nombre de moyens pour diriger les aérostats. Un de ces moyens est d'attacher des fusées à la nacelle, disposées de manière que leur action soit dirigée à l'opposé de la ligne que l'on veut parcourir. Ce moyen offre malheureusement trop de danger.

358. En 1784, l'Académie de Lyon ouvrit un concours dont l'objet était de trouver les moyens de diriger les aérostats. Un grand nombre de mémoires furent envoyés, parmi lesquels celui de M. *Le Normand* se fit remarquer par des indications fort ingénieuses.

359. M. *Le Normand* a proposé trois méthodes différentes. La première consiste à adapter aux parties latérales de la nacelle les rames (en pate d'oie) construites en baleines et en taffetas

ciré, et à placer à la poupe de la nacelle un gouvernail de la même forme. Une perche s'élève à la proue jusqu'au niveau de la partie supérieure du ballon, d'où part une corde qui passe sur une poulie attachée au sommet de la perche, et aboutit à un petit treuil muni d'un encliquetage. C'est un moyen de précaution pour lier le ballon au bateau, afin que si le vent poussait le ballon en arrière pendant que le bateau irait en avant par les rames, celui-ci ne pût pas chavirer.

Seconde méthode. Il place les rames et les hommes qui la montent sur une galerie qui entoure l'équateur du ballon; l'une à droite, l'autre à gauche, et la troisième par derrière.

Troisième méthode. M. *Le Normand* fit en 1783 une expérience remarquable, qui donne lieu à penser que l'on pourrait parvenir à diriger les ballons par la vapeur de l'eau bouillante. L'appareil qui lui servit à faire cette expérience était composé d'un pivot vertical, sur le sommet duquel tournait (horizontalement) une barre parfaitement équilibrée. A un des bouts de la barre était suspendu un réchaud surmonté d'une *éolipyle*, et, au bout opposé, un poids qui faisait équilibre. Lorsque la vapeur commença à sortir, la barre tourna et décrivit une circonférence de 12 pieds et demi environ en une minute. Selon la manière dont il tournait son *éolipyle*, il faisait mouvoir la barre à droite ou à gauche, et même la rendait stationnaire.

360. Cette expérience lui fit concevoir les moyens suivans: Il place dans la nacelle une forte lampe, sur laquelle il fixe solidement un vase plein d'eau; le couvercle du vase est percé de deux trous de 3 pouces de diamètre, qui sont surmontés chacun d'un tuyau de cuir qui s'élèvent jusqu'à l'équateur du ballon, et se terminent aux deux extrémités du même diamètre, par un ajutage en cuivre, comme ceux des jets d'eau, c'est-à-dire conique. L'homme assis dans la nacelle n'a qu'à entretenir la

combustion ; et, en tournant plus ou moins l'un ou l'autre des robinets qui laissent introduire la vapeur dans les tuyaux , il va à droite ou à gauche , et n'a pas besoin de gouvernail. Lorsqu'il veut aller en ligne droite , il ouvre également les deux robinets. On ne dépense pas un litre d'eau par heure lorsque les ajutages sont bien faits. Il est facile de concevoir que , par le moyen des *éolipyles* conçus comme on vient de le dire, on pourrait aider l'ascension ou la descente du ballon.

361. M. *Le Normand* n'a point eu occasion de faire en grand cette dernière expérience; mais toutes celles qu'il a faites en petit lui font croire que son projet , mis en exécution avec intelligence , pourrait réussir. Il croit qu'il est inutile de s'élever au-dessus des plus hauts édifices , et que, limitant l'ascension à cette hauteur , la direction des aérostats serait plus aisée, moins dispendieuse et moins dangereuse.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Des moyens d'imiter et de faciliter les fonctions vitales produites par les organes intérieurs des animaux.

362. L'IMITATION des fonctions vitales internes n'étant d'aucune utilité , ne peut intéresser que sous le rapport de la difficulté vaincue ; il nous suffira donc de jeter un coup d'œil rapide sur quelques automates qui ont pour but de produire cette imitation artificielle. Nous examinerons avec plus de soins et de détails les procédés utiles qui tendent à faciliter la respiration , et à combattre les causes nombreuses qui lui nuisent ; mais nous passerons sous silence les appareils qui se rapportent

à d'autres fonctions vitales, ces appareils étant du ressort spécial des sciences médicales.

Article premier.

De quelques automates qui imitent les fonctions vitales internes.

363. Les fonctions vitales que la mécanique peut imiter, sont la respiration et les facultés digestives. La respiration est facile à imiter, par le jeu d'un soufflet caché dans l'intérieur de l'automate, et mû par un ressort. Si l'on met une pipe à la bouche de l'automate, ce mécanisme produira l'effet d'un homme qui fume; la fumée de la pipe sortira alternativement à des intervalles déterminés. Si l'on approche une chandelle de la bouche de l'automate, il l'éteindra.

364. L'imitation des facultés digestives offre plus de difficultés; ces facultés sont de deux sortes : la première est celle d'avaler les alimens; la seconde, celle de les digérer.

365. La fig. 1, Pl. XIV, représente un canard artificiel, disposé de manière à lui faire avaler de l'eau, ou d'autres substances liquides placées dans le vase *a*. L'intérieur du piédestal forme une caisse hermétiquement fermée et doublée de plomb. Cette caisse est séparée en trois cellules par les diaphragmes *bb* et *cc*. Un tuyau *d* part du diaphragme *bb*, et aboutit dans l'intérieur de l'oiseau, qui est vide; un second tuyau *f*, muni d'un robinet, établit la communication entre la cellule supérieure et la cellule la plus basse, à laquelle est adapté un autre tuyau *g*, garni de son robinet. Un entonnoir *m* sert à introduire de l'eau dans les cellules.

366. Veut-on mettre en action cet automate? on remplit le vase *a*, et on verse de l'eau dans l'entonnoir *m* pour remplir la

cellule d'en haut; puis on bouche l'entonnoir, on introduit la tête de l'animal dans le vase *a*, et on tourne les robinets des tuyaux *f* et *g*. Alors l'eau s'écoule dans la cellule inférieure, et sort par le tuyau *g*. Un vide se forme dans la cellule d'en haut, et se propage dans le corps de l'oiseau, qui doit nécessairement absorber le liquide du vase *a*, à cause de la pression que l'air atmosphérique exerce sur la surface de ce liquide.

Canard de Vaucanson.

367. Cet automate imite non-seulement les mouvemens extérieurs d'un canard, mais encore ses facultés digestives.

368. Ainsi, l'automate de *Vaucanson* boit, barbotte dans l'eau coasse comme le canard naturel; il meut ses ailes, il s'élève sur ses pates, porte son cou à droite et à gauche; il allonge son cou pour aller prendre du grain, il l'avale, le digère, et le rend par les voies ordinaires, tout digéré.

369. *Vaucanson* a imité avec perfection tous les gestes d'un canard qui avale avec précipitation, et qui redouble de vitesse dans le mouvement de son gosier, pour faire passer ses alimens jusqu'à l'estomac, où ils éprouvent une action chimique qui change leur forme et leur apparence. Cette matière ainsi transformée est conduite par des tuyaux jusqu'à l'anus, où il y a un *sphincter* qui en permet la sortie.

370. Les ailes ont été copiées exactement des ailes d'un animal vivant, avec les formes, les cavités, les articulations des os qui en constituent la charpente. Nous regrettons de n'avoir pu nous procurer la connaissance des mécanismes que *Vaucanson* a employés pour produire tous les effets que nous venons d'énumérer.

Article II.

Appareils pour renouveler l'air, détruire le méphitisme, prévenir les émanations insalubres ou désagréables, et pour secourir les naufragés et les asphyxiés.

371. On appelle en général ventilation l'établissement artificiel d'un courant d'air capable d'entraîner toutes les émanations pernicieuses, et de les remplacer par l'air pur, sans cesse renouvelé. On nomme ventilateurs les appareils qui servent à cet usage.

372. Les ventilateurs sont de trois espèces : 1°. les ventilateurs mécaniques; 2°. les foyers; 3°. les tuyaux qui établissent la communication entre des lieux dont la température est différente.

373. Les ventilateurs mécaniques ne sont autre chose qu'une machine soufflante : ainsi, les soufflets ordinaires, les trompes, les soufflets cylindriques à piston, etc., peuvent servir de ventilateurs; et les machines soufflantes ne diffèrent des ventilateurs, que par leur emploi et leurs dimensions.

374. Les foyers produisent la ventilation, en détruisant l'équilibre entre l'air intérieur d'un lieu quelconque et l'air atmosphérique qui l'environne. Les cheminées des appartemens remplissent trop souvent l'office de ventilateur, et en font éprouver les effets aux personnes qui se trouvent dans la direction du courant qui s'établit entre le foyer et les ouvertures par où l'air peut s'insinuer.

375. Souvent de simples tuyaux suffisent pour établir une ventilation suffisante. Quoique tous les ventilateurs se rapportent aux trois espèces que nous venons d'indiquer, néanmoins leurs dispositions, leurs formes et leurs dimensions, dépendent des localités où ils doivent être établis.

376. Dans les hôpitaux, la ventilation doit être combinée avec cette chaleur douce et uniforme, si importante pour le bien-être des malheureux qui habitent ces lieux. Le chevalier *Pole* a suggéré un moyen simple de concilier ces deux conditions. Il consiste à établir un foyer au-dessus de la salle que l'on veut aérer; des tuyaux provenant du plafond de la salle aboutissent à ce foyer et produisent un courant d'air qui n'incommode nullement les malades, et qui enlève l'air impur, tandis que d'autres tuyaux, qui, de l'extérieur, aboutissent au même plafond, introduisent de l'air pur.

377. Le chevalier *Pole*, pour constater l'efficacité de son procédé, fit des expériences dans un hospice, où une salle, dont l'odeur était insupportable, contenait un grand nombre de malades. La capacité de cette salle était de dix-huit mille pieds cubes : dans un étage au-dessus était placée la cuisine. Le chevalier *Pole* dirigea des tuyaux qui partaient du plafond de la salle, et aboutissaient au foyer d'un poële de cette cuisine; et il eut la satisfaction de s'assurer que, par l'effet de cette disposition, les malades ont tous éprouvé un bien-être sensible, sans avoir ressenti la moindre incommodité, ni s'être aperçus d'aucune agitation de l'air.

378. Combien il serait à désirer que des appareils analogues fussent employés dans les salles de spectacle, dans les grands ateliers, dans les dépôts de mendicité, et en général dans tous les lieux où l'air est vicié par les émanations des individus qui s'y trouvent rassemblés en grand nombre!

379. Le chevalier *Pole* a fait une observation importante, qui mérite d'être méditée par les personnes qui surveillent le régime des prisons. Il a remarqué que la maison de détention du comté de Glocester est construite de manière que l'air puisse y entrer, et la traverser en ligne droite d'une extrémité à l'autre.

Chaque détenu habite une chambre de cinquante-deux à cinquante-sept pieds de superficie, construite en briques sur des voûtes, et voûtée par-dessus : l'air de ces chambres est renouvelé par des ouvertures opposées établies près la clef de la voûte. A l'ouverture, vers l'air extérieur, se trouve un volet que le détenu peut fermer à volonté; mais il est ajusté exprès pour permettre qu'une grande quantité d'air entre, quoique le volet soit fermé; l'ouverture opposée est toujours ouverte.

380. Le chevalier *Pole* a visité cette prison pendant dix années consécutives, et il a été très-étonné que, durant trois hivers très-rigoureux, dans les nuits du plus grand froid, le thermomètre, suspendu au milieu d'une de ces chambres, n'a jamais descendu au-dessous du terme de la congélation. Il résulte de cette observation, que, dans une chambre parfaitement garantie d'humidité, ayant de quatre cent quinze à quatre cent trenteneuf pieds cubes de capacité, un individu couché et recouvert d'une couverture de laine, échauffera tellement l'air qui l'entoure, qu'il n'éprouvera aucune incommodité d'une libre circulation de l'air dans les temps les plus froids.

381. Le chevalier *Pole* affirme que, pendant dix années, la mortalité moyenne, dans la prison de Glocester, n'a été que de treize sur cent; mortalité bien moindre que celle qui a lieu communément parmi les personnes libres se trouvant dans les situations ordinaires de la vie.

Appareil de M. Guyton-de-Morveau, *pour la désinfection des hôpitaux, etc.* Pl. XIV, fig. 3 *et* 4.

382. Cet appareil, aussi utile que simple, est composé d'un vase de verre A, mastiqué sur une petite tablette mobile *d*, qui s'engage à rainure dans les deux jumelles *bb* du bâtis qui environne le vase.

383. Un plateau *ff* recouvre le vase A, et est surmonté d'un écrou *c*, dans lequel agit la vis *m*. Cette vis passe dans la traverse supérieure *g*, et sert à élever ou à abaisser le plateau *ff*, dont les extrémités embrassent les jumelles en forme de boîte coulante. Un disque en verre *h*, servant d'obturateur, est mastiqué sur la face inférieure du plateau *ff*.

384. Cet appareil ainsi disposé, voici comment on s'en sert : La capacité du vase étant supposée de sept décilitres, on y versera successivement un décilitre d'acide nitrique (à 1,40 de pesanteur spécifique), un décilitre d'acide muriatique (à 1,134 de pesanteur), quarante grammes d'oxide noir de manganèse pulvérisé, et on fermera sur-le-champ, en abaissant l'obturateur.

385. On transporte cet appareil dans la salle qui doit être désinfectée; on ouvre le vase, et on a soin de le fermer aussitôt que ceux qui en sont les plus près commencent à en être affectés. L'effet en sera tel, que, si le vase est resté ouvert seulement quatre ou cinq minutes, ceux qui entreront une heure après par la porte la plus éloignée, s'apercevront sur-le-champ qu'il y a eu dégagement de gaz acide muriatique oxigéné.

La préparation contenue dans le vase n'a besoin d'être renouvelée qu'après un temps considérable, même dans le cas où les occasions de donner issue au gaz auraient été les plus fréquentes.

386. La capacité du vase doit être proportionnée à l'étendue de l'espace à purifier, et son ouverture assez large pour donner instantanément le volume de gaz dont on a besoin, c'est-à-dire, tel qu'il puisse atteindre partout, sans trop affecter ceux qui en seront le plus près. Il faut enfin que le gaz soit emprisonné de manière qu'il ne puisse se faire jour, et même qu'il n'y ait aucun écoulement insensible; en un mot, qu'il ne se répande que quand on le veut, et qu'il cesse ensuite complétement de s'écouler.

Le verre doit être fort épais, et son bord dressé soigneusement, pour recevoir le disque de glace qui forme l'obturateur. L'appareil doit être tout en bois, sans fer, ni aucun autre métal.

387. *Guyton-de-Morveau*, qui, par cette importante invention, a rendu un service éminent à l'humanité, a fait construire, d'après le même principe, par M. *Boulay*, pharmacien, des flacons préservatifs et désinfectans.

Ces flacons sont contenus dans un étui en buis qui se ferme à vis; le bouchon du flacon est en verre, et parfaitement ajusté à l'émeri. La vis de l'étui est principalement destinée à amener le couvercle, au point de maintenir le bouchon de crystal, qui, sans cela, pourrait être soulevé par l'expansion des vapeurs, et laisser échapper l'acide.

388. Le flacon désinfectant ne doit point être approché du nez; au contraire, il faut l'en tenir éloigné, lorsqu'on le débouche. S'il s'agit de purifier une chambre infectée par des émanations putrides, alors on débouche le flacon, et on le dépose sur une table, où on le laisse débouché pendant quelques minutes.

M. *Paroletti*, de Turin, a fait une heureuse application de l'appareil de *Guyton-de-Morveau*, pour désinfecter l'air des ateliers de vers à soie.

389. M. *Cadet-de-Vaux* indique un moyen bien simple de détruire le méphitisme et d'assainir les hospices. Ce savant a remarqué que là où les hommes, soit en santé, soit en maladie, forment réunion, les murs se pénètrent, et se trouvent insensiblement surchargés d'exhalaisons infectes qui, dans les mouvemens atmosphériques, transpirent de ces mêmes murs. Il a en outre remarqué que le lait de chaux a la propriété de rendre inodores les objets les plus infects. M. *Cadet-de-Vaux* dit avoir, par ce moyen, ramené à un état purement inodore un cadavre

en putréfaction, qu'on a dû exhumer pour des enquêtes judiciaires.

390. Il propose conséquemment d'employer la peinture au lait, dont la chaux serait la base, pour empêcher les murs de s'imprégner de miasmes infects. Cette espèce de peinture forme un enduit en quelque sorte vernissé, qui rend nulle la porosité de la pierre, de la brique, du bois, et dont on peut très-facilement enlever la poussière; elle jouit de plus de l'avantage de ralentir la nitrification des murs.

391. Voici la recette de la peinture au lait : Pour peindre six toises carrées en première couche, il faut deux pintes de Paris de lait écrémé, six onces de chaux récemment éteinte, quatre onces d'huile de noix, ou de lin, ou d'œillette; trois livres de blanc d'Espagne.

On met la chaux dans un vase de grès, on verse dessus une portion de lait suffisante pour en faire une bouillie claire; on ajoute peu à peu l'huile, remuant avec une petite spatule de bois; on verse le surplus du lait; et enfin, on délaie le blanc d'Espagne. On colore cette peinture, comme celle en détrempe, avec du charbon broyé à l'eau, des ocres jaunes, etc.

392. Une grande quantité de gaz acide carbonique impropre à la combustion et à la respiration, se développe souvent dans les celliers, les puits, les cavités profondes; on reconnaît facilement l'existence de ce gaz dans ces divers lieux, en y plongeant une lumière, ou bien en y introduisant un chien ou un chat : si la lumière continue à brûler, si les animaux ne sont point asphixiés, on pourra alors y entrer sans danger; dans le cas contraire, il est indispensable de purifier et de renouveler l'air.

393. Deux moyens peuvent être employés à cet effet : le premier consiste à jeter dans le lieu méphitisé, de la chaux vive délayée dans une grande quantité d'eau, pour absorber l'acide

carbonique, qui se combine avec la chaux dans une proportion presque égale à son poids.

394. Le second moyen consiste dans des courans d'air que l'on produit à l'aide du feu ou d'un ventilateur. A cet effet, on descend un tuyau de bois ou de toile mouillée, que l'on fait aboutir en dehors au cendrier d'un fourneau, ou à la caisse d'un ventilateur.

Le vide formé dans le tuyau par le feu ou par le ventilateur, détermine l'ascension des substances gazeuses, et l'acide carbonique ne tardera pas à être entièrement expulsé.

395. Lorsque ces précautions ayant été négligées, quelques personnes ont été atteintes d'asphixie, il faut les transporter dans un lieu où elles puissent respirer un air parfaitement pur; on les dépouille de leurs vêtemens, on les étend sur des corps chauds, on leur frotte rudement la plante des pieds, l'intérieur de la main; on leur fait respirer des gaz irritans, et surtout le gaz acide muriatique oxigéné.

396. Plusieurs moyens furent proposés pour préserver autant que possible les ouvriers des émanations pernicieuses auxquelles ils sont souvent exposés, et de prévenir l'introduction de ces substances étrangères par la bouche et par le nez.

Dans quelques fabriques on a adopté l'usage de longs tuyaux flexibles, communiquant au dehors et suspendus au plafond, au moyen desquels les ouvriers peuvent respirer un air pur; mais ce procédé gênant n'est pas toujours praticable.

397. M. *Gosse* a indiqué un moyen simple, facile, et qui, dans plusieurs circonstances, peut être d'une grande utilité. Il propose l'usage d'un masque de forme conique qui couvre le sommet du nez, la bouche et le menton. Ce masque est formé d'éponges d'un tissu fin et serré, d'une épaisseur suffisante pour conserver long-temps l'humidité. Les pores du sommet du cône

doivent être plus serrés que ceux de la base, et on fermera soigneusement avec du fil ceux dont le diamètre serait trop considérable. Le contour de cette espèce de masque devra joindre partout à la face, et, s'il restait quelque ouverure sur le côté du nez, on y ajoutera un morceau d'éponge.

398. Deux longs rubans en fil, cousus solidement en dehors et sur les côtés de l'éponge, après s'être croisés derrière la tête, seront ramenés en avant et liés au-devant de la boucle.

On imbibe l'éponge de divers liquides, suivant la nature des exhalaisons répandues dans l'atelier.

399. L'éponge imbibée d'eau pure suffit, lorsqu'on est exposé à des poussières quelconques. Dans ce cas se trouvent les broyeurs de couleurs, les plâtriers, les chauniers, les ouvriers qui travaillent le grès, ceux qui travaillent dans les filatures de coton, les plumassiers, les cardeurs de laine, les chapeliers, etc.

L'eau pure suffit encore pour condenser les vapeurs mercurielles, et d'autant mieux que l'évaporation rapide qui s'établit en abaisse la température. Par la même raison, l'éponge humide rend supportable la chaleur d'un foyer ardent qui, sans cette précaution, déterminerait une excitation très-vive à la face. Les doreurs au feu et sur métaux, les étameurs de glaces, les laveurs de cendres, les constructeurs de baromètres, les verriers, les essayeurs, les fondeurs, émailleurs, etc., pourront y avoir recours dans plusieurs circonstances.

400. Une dissolution de potasse, dans la proportion d'une once de potasse sur huit onces d'eau, préserve les ouvriers exposés aux gaz et aux vapeurs acides.

Un mélange d'eau et d'acide minéral, de vinaigre, et quelquefois d'acide muriatique oxigéné, préserve les anatomistes, les médecins des miasmes pernicieux.

401. Le masque d'éponge imbibé d'une dissolutiou d'acé-

tate de plomb (dans la proportion d'une once et demie sur 2 livres d'eau) est fort utile pour pénétrer dans les fosses de vidange de mauvaise nature.

On peut momentanément braver l'influence pernicieuse de l'acide carbonique dans les caves, les puits et les ateliers où fermentent des substances végétales, en employant le masque d'éponge imbibé d'eau de chaux.

402. L'éponge, quoique pénétrée de liquide, ne gêne ni la respiration, ni la voix, ni les mouvemens de la tête. Lorsque l'on sort, il faut avoir soin de la maintenir très-propre; et, si l'on reste long-temps au milieu de vapeurs abondantes, il faut de temps en temps la laver et la replonger dans la dissolution.

403. M. *Gosse* a fait plusieurs expériences pour s'assurer de l'efficacité de son procédé :

1°. Muni de l'éponge humide, il se plaça dans le réduit d'un *faiseur de galles*, auprès de l'instrument qui sert à battre les poils. La poussière qui s'en élevait était tellement épaisse qu'on pouvait à peine distinguer l'ouvrier à huit pas de là. Celui-ci, quoique exposé à un courant d'air, toussait beaucoup, ne pouvait parler, et était obligé de suspendre son travail. M. *Gosse* resta deux heures de suite dans cette atmosphère sans en être incommodé; mais ayant voulu ôter un instant le masque, il fut pris d'un *coryza* et d'une *angine* qui ne se dissipèrent que le lendemain. L'extérieur de l'éponge était revêtu d'une couche épaisse de poils et de poussière qui s'enleva facilement.

La même expérience, répétée dans divers ateliers où l'air était chargé de poussière nuisible, a produit le même effet.

2°. M. *Gosse* fit chauffer dans un creuset 4 onces de mercure, et, lorsque l'évaporation s'établit, il en reçut les vapeurs le visage couvert du masque humide dont il avait garni l'intérieur de feuilles d'or battu. Au bout de 10 minutes, il s'était évaporé

environ une once et demie de mercure ; l'éponge était couverte d'une poudre grisâtre, qui, après avoir été lavée, se rassembla en globules métalliques. La respiration ne fut point troublée, et les feuilles d'or restèrent intactes, si ce n'est auprès d'une large ouverture oubliée par mégarde.

3°. Six onces de soufre en poudre furent jetées sur un brasier, dans un local assez étroit et bien fermé. La vapeur sulfureuse était fort abondante, et personne ne pouvait pénétrer dans la chambre, au risque d'être asphyxié ; néanmoins, avec l'éponge et la dissolution de potasse qu'il renouvela de temps en temps, M. *Gosse* put y rester une demi-heure sans accident.

4°. M. *Gosse* descendit dans une fosse d'aisance où deux vidangeurs étant successivement descendus avaient reconnu la présence du méphitisme, et n'avaient pu y séjourner que 3 minutes. L'éponge dont fit usage M. *Gosse* dans cette occasion était pénétrée d'une dissolution d'acétate de plomb, et il se boucha les oreilles avec du coton humide. Il put demeurer un quart-d'heure dans la fosse sans éprouver ni malaise, ni gêne de la respiration, quoiqu'il remuât avec une pelle la matière sous la chute. L'odeur du gaz hydrogène sulfuré était détruite, et ses yeux ne furent point influencés par ce gaz, ni par les gaz ammoniacaux.

404. La fumée est une des principales causes d'incommodité et quelquefois d'insalubrité pour les ouvriers qui travaillent dans un grand nombre d'ateliers, et pour les personnes qui habitent dans le voisinage. L'art est parvenu, en un grand nombre de cas, à détruire complétement la fumée. Les tentatives diverses qui furent faites pour arriver à ce but important, ont été exposées avec beaucoup de clarté dans un beau rapport lu à l'institut par M. *Prony ;* nous croyons qu'il sera agréable au lecteur de retrouver ici en entier ce rapport plein d'intérêt.

Rapport fait par M. Prony *, à l'Institut, le* 16 *janvier* 1809 *, sur les moyens de brûler la fumée dans les grands fourneaux.*

405. MM. *Guyton-de-Morveau* et *Prony* furent chargés par l'Institut d'examiner les moyens employés par M. *Gengembre*, pour opérer la combustion de la fumée à la machine à feu qui met en jeu les laminoirs de l'hôtel des Monnaies, à Paris. Cet examen donna lieu au rapport suivant :

406. « La chaudière de la machine à feu que nous avons eu à examiner est un solide de révolution, engendré par un trapèze inférieur qui se raccorde, dans sa partie supérieure, avec une demi-circonférence. Le plan du foyer établi sous la chaudière est par conséquent un cercle, et sa grille est un carré inscrit dans le cercle.

407. » La bouche par laquelle on introduit le combustible à l'extrémité d'un des diamètres du foyer répond à une ouverture placée à l'autre extrémité du même diamètre, par laquelle la flamme s'échappe pour circuler autour de la chaudière, en suivant un canal pratiqué dans la maçonnerie qui en enveloppe les parois. Ce canal, après une révolution entière, se termine à la cheminée ascendante, communiquant avec l'air extérieur.

408. » Deux autres canaux pratiqués aussi dans la maçonnerie, et dont les entrées, toujours ouvertes, se trouvent aux deux côtés de la porte du foyer, font chacun une demi-révolution dans des sens opposés, au-dessous du canal de circulation qui enveloppe la chaudière, pour aller se rendre aux deux côtés de l'ouverture du fond par laquelle la flamme entre dans le canal de circulation.

409. » D'après ces dispositions, lorsque la porte du foyer est fermée, les deux courans d'air introduits par les deux canaux dont nous venons de parler se réunissent en un seul, qui pé-

nètre avec la flamme dans le canal de circulation ; la partie vaporisée du corps combustible qui n'est pas encore brûlée et qui produirait la fumée, conservant une assez haute température pour séparer les principes de l'air et s'unir à l'oxigène, se met en combustion avant son arrivée à la cheminée ascendante, qui ne reçoit alors que des gaz diaphanes. Le calorique dégagé par la combustion de la fumée contribue à l'échauffement de la chaudière.

» Ces effets ont lieu pendant tout le temps que la porte du foyer est fermée ; mais chaque fois qu'on l'ouvre pour introduire du combustible sous la chaudière, la combustion de la fumée cesse d'avoir lieu.

410. » Nous avons profité de cette petite imperfection pour nous assurer complétement de l'efficacité du procédé de M. *Gengembre*, en examinant, d'une des cours de l'hôtel des Monnaies, l'issue supérieure de la cheminée de la machine à feu. Dès qu'on ouvrait la porte du foyer, une fumée épaisse et noire s'élevait dans l'atmosphère et disparaissait aussitôt que cette porte se fermait. L'effet était sensiblement instantané.

» Voilà donc un moyen aussi simple qu'infaillible de délivrer les habitations voisines des machines à feu, d'une grande incommodité qui les fait regarder comme les fléaux des lieux où elles sont établies. Il reste à la machine de l'hôtel des Monnaies, dont le fourneau n'a pas été disposé pour la combustion de la fumée, le léger inconvénient d'en donner pendant le temps très-court de l'introduction du combustible ; mais il sera par la suite très-aisé d'éviter cet inconvénient, en construisant des fourneaux de l'espèce de ceux qu'on appelle *athanor*, dans lesquels le combustible s'introduit et se renouvelle en tombant d'une trémie, de manière que le foyer demeure toujours clos.

411. » M. *Gengembre* ne se donne point comme inventeur

des moyens d'opérer la combustion de la fumée, dont nous venons de rendre compte à la classe. Il dit expressément dans sa note, qu'il eut connaissance, avant de s'en occuper, des procédés employés par MM. *Clément* et *Désormes,* aux fourneaux de leur fabrique d'alun à Verberie; mais on ne peut lui refuser le mérite de les avoir, le premier chez nous, appliqués aux machines à feu.

412. » La construction des appareils fumivores est anciennement connue en France; on trouve dans les premiers volumes de l'Académie des Sciences, antérieurs à son organisation définitive qui a eu lieu en 1669, la description d'un de ces appareils qui remplissait fort bien son objet, et qui avait été présenté par M. *Dalesme,* auteur de plusieurs découvertes citées ou décrites dans les divers recueils de l'Académie, et qui paraît avoir été un homme fort ingénieux et fort inventif. M. *Dalesme* plaçait le foyer à la partie inférieure d'un siphon renversé, dont une des branches, faisant l'office de cheminée, était plus longue que l'autre. Dès que l'intérieur de cette longue branche était échauffé, il s'y établissait un courant formé par l'air affluant de la petite branche qui refoulait la flamme sur le foyer, de manière à la faire passer par-dessous la grille, et la combustion de la fumée s'opérait complétement.

413. » *Lahire* a fait des expériences, et inséré dans le volume de 1669 une note sur le procédé de *Dalesme*, qu'on trouve aussi décrit dans le Traité de chimie de *Boerhaave*, et qui a été, dès le 17e. siècle, utilement employé dans quelques manufactures.

414. » Son fourneau est de l'espèce de ceux qu'on appelle *fourneaux à flamme renversée.* La même théorie qui donne les motifs de sa construction et rend raison de ses effets, explique aussi la construction et les effets des appareils fumivores

récemment imaginés ou reproduits. Nous nous servons de l'expression *appareils fumivores*, afin de distinguer sans équivoque les inventions dont nous parlons de celles qui ont pour objet unique d'empêcher les fourneaux ou les cheminées de fumer, et qui doivent simplement satisfaire à la première des conditions énoncées dans la suite du rapport, au lieu que les appareils fumivores sont assujettis à remplir toutes ces conditions.

415. » On sait qu'en général la fumée visible et opaque est formée par les parties du combustible qui se trouvent volatilisées et tenues en suspension dans les gaz diaphanes, rendus libres par la combustion. Ces parties volatilisées sont ainsi perdues pour la combustion, soit parce que la masse d'air qui a fourni l'oxigène n'était point en proportion convenable avec la masse du combustible, soit parce que celui-ci ne s'est point trouvé à une température assez élevée pour décomposer l'air avec lequel il était en contact. Les progrès récens qu'ont faits en France la théorie et la pratique des arts qui empruntent de grands secours de la physique et de la chimie ont fourni depuis quelques années des occasions importantes de rechercher les meilleurs moyens de remplir les conditions nécessaires par une combustion complète et exempte d'incommodités, dont les principales sont :

416. » 1°. Une disposition du foyer telle, qu'il s'établisse un courant d'air affluant par sa porte ou ouverture quelconque, dans le tuyau ou cheminée par lequel les gaz, rendus libres par la combustion, doivent s'échapper. La théorie qui dirige le constructeur dans cette disposition, considérée d'une manière générale et abstraite, se réduit à celle par laquelle on explique les phénomènes du siphon de *Dalesme*, et ses diverses explications portent sur les proportions à établir entre les deux branches, sur leur position et leur forme, sur la grandeur, la

forme et la position de l'ouverture qui établit la communication entre la petite et la grande branche, etc.

417. » 2°. Une affluence sur les corps combustibles d'une masse d'air qui soit en proportion convenable avec la masse de ce corps combustible, de manière qu'il trouve, dans l'air avec lequel il sera en contact, une quantité d'oxigène telle, que toutes celles de ses molécules qui sont susceptibles d'être combinées avec ce principe de l'air, le soient effectivement.

» L'expérience a prouvé que, pour obtenir cet effet, il faut une masse d'air beaucoup plus considérable que celle qui contient l'oxigène strictement nécessaire à la combustion, en supposant que cet oxigène soit pur ou séparé préalablement de l'azote.

418. » M. *Clément*, profitant des lumières et de l'expérience de M. *Montgolfier*, dans l'art de calculer les effets des fourneaux, de proportionner leurs dimensions, et de disposer leurs différentes parties relativement au besoin que l'on a de calorique, a reconnu, par expérience, qu'en pratique il fallait faire affluer sur le combustible près de trois fois autant d'air pour la combustion parfaite que la théorie en indique.

» Pour 1 kilogramme de bois il faut environ 10 kilogrammes d'air. Pour 1 kilogramme de houille, 20 kilogrammes d'air, etc. Ce qui, d'après le rapport de 22 à 78, entre l'oxigène et l'azote dans la composition de l'air atmosphérique, donne en oxigène 2,20 du poids du bois, et 4,40 du poids de la houille. Pour comparer ces quantités avec celle que donnerait la combustion par de l'oxigène pur, on peut partir des expériences de *Lavoisier* et de *Laplace*, lesquels ont trouvé que 100 en poids de charbon consommaient dans leur combustion 2,51 d'oxigène pur, et que la quantité de calorique dégagée fondait 9638 de glace. M. *Clément* conclut de ces données qu'il faut en oxigène pur

0,83 du poids du bois, et 1,66 du poids de la houille, pour opérer leur combustion respective, en déduisant ces quantités des valeurs calorifiques des combustibles estimées par le calorimètre, dans l'hypothèse que la quantité de calorique dégagée est proportionnelle à la quantité d'oxigène qui opère la combustion; or les nombres 0,83 et 1,66 excèdent peu le tiers de 2,20 et 4,40. M. *Clément* a fait une vérification directe de ces résultats en recueillant le gaz qui s'échappait par le haut de la cheminée, et qu'il a reconnu être de l'air conservant les deux tiers à peu près de son oxigène.

419. » 3°. Une élévation de température au contact de l'air ou du combustible suffisante pour opérer la décomposition de l'air.

» Les lampes d'Argand offrent une application aussi ingénieuse qu'utile de ces principes. L'engrenage à crémaillère qui sert à allonger ou à raccourcir la mèche, donne le moyen de proportionner continuellement la masse du corps en combustion avec celle de l'air qui traverse et environne la flamme; proportion si indispensable, que, dès qu'on la trouble, en mettant trop de mèche à découvert, la fumée se produit aussitôt. M. *Clément* nous a parlé d'un fabricant de ces lampes, qui, pour se procurer la faculté de donner plus de mèche, et d'avoir par conséquent plus de lumière, sans fumée, avait fait plusieurs petits trous à la cheminée de verre, immédiatement audessus de la coudure, par lesquels des filets d'air additionnels à la couche environnante affluaient sur la surface extérieure de la flamme. Il pouvait, en augmentant ainsi la masse d'air à décomposer, augmenter proportionnellement la surface de la mèche imprégnée de combustible.

420. » Les principes précédemment exposés, généralement connus des hommes instruits qui s'occupent de manufactures,

et l'exemple de leurs applications aux lampes d'Argand, devaient naturellement conduire à l'idée de diriger sur la flamme des fourneaux, par des ouvertures ou conduits particuliers qui ne pussent jamais être obstrués, des courans d'air pour suppléer à l'insuffisance de celui qui entre par la grille, où il se trouve souvent arrêté ou gêné par les scories. Une disposition plus analogue encore à celle des lampes consiste à faire passer la fumée dans un conduit étroit, qui, à raison de son peu de surface et de l'échauffement de ses parois, n'en abaisse pas sensiblement la température, et où on fait arriver, par des tuyaux ou canaux de circulation, un courant d'air continu et non encore désoxigéné. On réunit ainsi dans le conduit de la fumée les conditions nécessaires à la combustion, savoir, l'oxigène et la température; et les matières combustibles qui se trouvent en suspension dans cette fumée sont nécessairement brûlées.

421. » MM. *Clément* et *Désormes*, également versés dans la connaissance des sciences physiques et dans celle des arts, ont pratiqué, il y a sept ou huit ans, les dispositions de la première espèce dans une manufacture de couperose établie à Paris, près de la Gare, et en ont fait de semblables à leur manufactures d'alun à Verberie. Leurs liaisons avec M. *Montgolfier* les avaient mis à portée d'enrichir leurs conceptions de celles de leur confrère : mais ils n'ont pas été les seuls à puiser à une aussi bonne source; et il y a environ deux ans que M. *Champy* fils, qui s'occupait du même objet pour les fourneaux de la poudrerie d'Essone, en conféra avec MM. *Montgolfier* et *Clément*, et construisit ensuite, sans avoir vu les établissemens de la Gare et de Verberie, les fourneaux fumivores du séchage artificiel de la fonderie d'Essone, qui ont eu un succès complet.

422. » Les constructions de M. *Gengembre*, dont nous avons rendu compte à la classe, sont, ainsi que nous l'avions déjà

dit, et qu'il le dit lui-même, le résultat des connaissances de faits dues aux travaux de MM. *Clément*, *Désormes* et *Champy*. Ces messieurs ont déclaré que lorsqu'ils ont commencé à s'occuper des appareils fumivores, ils ne connaissaient pas les inventions de MM. *Roberton* et *Watt* (*a*), dont nous allons parler, et nous n'hésitons pas à ajouter foi à leur déclaration.

423. » C'est en 1801, peu de temps avant les premiers essais de MM. *Clément* et *Désormes*, que MM. *Roberton*, de Glascow, en Écosse, ont pris une patente pour des fourneaux fumivores. Leur procédé consiste à introduire immédiatement dans les foyers une lame d'air extérieur, dont on peut faire varier l'épaisseur à l'aide d'un mécanisme fort simple qui sert à régler l'écartement de deux plaques de fer inclinées, entre lesquelles passe cette lame d'air. L'espace compris entre ces deux plaques communique avec l'atmosphère par une fente horizontale pratiquée au haut de la porte, et à laquelle des plaques aboutissent.

424. » Notre confrère M. *Pictet* a vu à Londres une petite machine à feu munie de cet appareil, dont il a donné la description dans le volume de la *Bibliothéque britannique* de 1802, et qui remplissait très-bien son objet. Feu M. *O'Reilly* a décrit le même appareil dans les *Annales des arts et manufactures*, tome X.

425. » On sait, d'un autre côté, par la tradition orale, que, long-temps avant la date de la patente de MM. *Roberton*, notre confrère M. *Watt* s'était occupé des moyens de brûler la fumée dans les fourneaux des machines à feu. Mais nous ne croyons pas qu'il ait publié ses inventions sur cet objet; du moins il

---

(*a*) Voyez le volume intitulé *Composition des machines*, page 136.

n'en est question dans aucun des ouvrages destinés à rendre compte des inventions anglaises qui sont parvenues à notre connaissance ; et comme MM. *Watt* et *Bolton*, qui font voir avec beaucoup de complaisance et de politesse le jeu et le travail extérieur de leurs machines, sont très-soigneux d'en cacher le mécanisme intérieur, nous n'aurions aucune idée de leurs appareils fumivores s'ils n'en avaient pas adapté un à la machine à feu de Nantes, dont les pièces ont été fabriquées dans leurs ateliers, et dont l'établissement a été fait à Nantes l'année 1790, sous la direction de M. *Lévêque*, qui en avait d'abord discuté et arrêté les plans avec M. *Watt* lui-même. Cet appareil a beaucoup d'analogie avec celui de MM. *Roberton*. La principale différence consiste en ce que, dans la machine de *Watt*, le courant d'air arrive au foyer par-dessous la grille, au lieu d'arriver par-dessus comme dans la machine de *Roberton*. Le premier appareil est ainsi à flamme directe, et le second à flamme renversée. Notre confrère M. *Lévêque* nous a assuré que la machine de Nantes ne donnait pas de fumée.

426. » Tels sont les principaux renseignemens que nous avons pu recueillir sur l'histoire des moyens de brûler la fumée dans les grands fourneaux. Nous pensons que la classe doit des éloges aux travaux de MM. *Clément*, *Désormes* et *Champy*, qui ont exécuté plusieurs de ces fourneaux fumivores dans des manufactures très-importantes, avec autant de succès que de talent. Elle en doit aussi à M. *Gengembre* qui, le premier en France, a appliqué ces appareils fumivores aux machines à feu. Il serait important de donner à ces appareils toute la publicité possible. »

427. Le gouvernement consulta en l'an 13 l'Institut de France, pour savoir si les manufactures qui exhalent une odeur désagréable peuvent être nuisibles à la santé. Cette question importante fut discutée avec soin par une commission dont

Guyton-Morveau et *Chaptal* faisaient partie. Voici les principales conclusions contenues dans le rapport fait par cette commission : 1°. les établissemens de boyauderie, de voirie, de rouissage, et également tous ceux dans lesquels on amoncèle et fait pourir et putréfier en grande masse des matières animales ou végétales, forment un voisinage nuisible à la santé, et on doit les porter hors de l'enceinte des villes et de toute habitation ; 2°. les fabriques dans lesquelles on développe des odeurs désagréables par le moyen du feu, comme dans la fabrication des acides, du bleu de Prusse, du sel ammoniac, ne forment un voisinage dangereux que par défaut de précaution ; et les soins de l'administration à leur égard doivent se borner à une surveillance active et éclairée, pour faire perfectionner les procédés dans la fabrication et la conduite du feu, et pour y maintenir une propreté convenable ; 3°. il serait digne d'une bonne et sage administration de faire des règlemens qui prohibassent pour l'avenir, dans l'enceinte des villes et près des habitations, l'établissement de toute fabrique dont le voisinage est essentiellement incommode ou dangereux, sans une autorisation préalable. On peut comprendre dans cette classe les poudreries, les tanneries, les amidoneries, les fonderies de métal et de suif, les boucheries, les amas de chiffons, les fabriques de bleu de Prusse, de vernis, de colle-forte, de sel ammoniac, de poteries, etc.

Procédé de M. Nantes, *pour vider les fosses d'aisance sans répandre d'odeur.*

428. Les fosses d'aisance étant une cause permanente d'émanations désagréables et insalubres, on doit une juste reconnaissance aux personnes industrieuses qui se sont appliquées à les rendre inodores autant que possible. Les procédés de MM. *Nantes* et *Donat* méritent d'être cités avec éloge; l'un a employé

avec succès la pompe foulante et aspirante à la vidange des fosses ; le second a mis en usage l'appareil utile des fosses dites inodores.

429. Une commission nommée par la Société d'encouragement et par le Conseil de salubrité, ayant assisté à des expériences faites par M. *Nantes* le 4 janvier 1817, en a rendu compte ainsi qu'il suit :

« Nous avons remarqué, 1°. une fosse d'aisance percée à la partie supérieure de sa voûte, dans laquelle on a introduit verticalement un tuyau en cuivre rouge de 2 pouces de diamètre ;

» 2°. Un autre tuyau correspondant au premier, mais étendu horizontalement sur le pavé jusqu'au corps de pompe, qui était placé en dehors près la porte de la maison ;

» 3°. La pompe foulante et aspirante, à peu près semblable à celle des incendies, mais n'ayant qu'un seul corps de pompe ;

» 4°. Un autre tuyau, pareil au premier, qui partait de la pompe en s'élevant à angle droit, pour déboucher les matières dans un grand tonneau monté sur une charrette, comme celles qu'on emploie pour conduire les eaux clarifiées.

» 5°. Enfin, un autre tuyau vertical qui s'élève du tonneau en se prolongeant jusqu'à la hauteur du toit de la maison, pour laisser échapper l'air méphitique qui se dégage du tonneau au fur et à mesure que la matière y entre.

430. » L'appareil étant ainsi disposé, deux hommes placés à chaque bras de levier de la pompe, font agir les pistons, et, par le vide qu'elle opère, la matière liquide monte en passant dans un réservoir où elle est comprimée, pour s'élever ensuite dans une grande tonne, contenant environ 80 pieds cubes, qu'une demi-heure suffit pour remplir.

431. M. *Nantes* a placé sur cette tonne un indicateur pour connaître quand elle est pleine. Cet index, qu'il appelle *senti-*

nelle, avertit, en s'élevant, du moment où il faut cesser le jeu de la pompe, pour ne pas répandre les immondices.

» Cette manière de vider les fosses d'aisance présente plusieurs avantages.

» 1°. Plus de célérité dans le travail que par les moyens ordinaires;

2°. La suppression de l'odeur incommode pour les habitans de la maison et pour ceux du voisinage;

3°. Enfin, les dangers que l'on évite aux malheureux ouvriers employés à ces sortes de travaux.

432. » On ne peut reprocher autre chose à l'appareil de M. *Nantes*, sinon que les tuyaux conducteurs sont d'un trop petit diamètre, et que le bâtis de sa pompe est peut-être un peu frêle pour résister au travail; mais ces légers défauts sont faciles à corriger, et le principe de la machine n'en est pas moins bon. »

Appareils de salubrité, par M. d'Arcet.

433. M. *d'Arcet* a rendu de grands services aux arts et à l'humanité, en imaginant diverses méthodes aussi efficaces que simples, pour éviter dans plusieurs ateliers les mauvais effets des exhalaisons malfaisantes. En mai 1802, ce célèbre chimiste a publié, dans les *Annales des mines*, un appareil pour éviter, dans la fabrication du bleu de Prusse, l'émanation de vapeurs très-incommodes. Il fit construire dans les laboratoires de l'hôtel des Monnaies, un fourneau d'appel destiné à déterminer le tirage des cheminées, au moyen duquel on s'est garanti complétement des vapeurs nuisibles.

434. Ce même procédé fut depuis appliqué par M. *d'Arcet*, avec le plus grand succès, à l'assainissement des ateliers des doreurs sur bronze, qui auparavant étaient exposés aux effets nuisibles des émanations mercurielles. L'Académie des Sciences lui dé-

cerna pour cet objet un prix de 3,000 francs, provenant d'un legs fait par M. *Ravrio*, fabricant distingué de bronzes dorés.

La méthode de M. *d'Arcet* est décrite avec beaucoup de clarté et de détails, dans son Mémoire sur l'art de dorer le bronze. Cette méthode est basée sur le principe que l'ascension de l'air dans le tuyau d'une cheminée, aura lieu si la colonne d'air est convenablement échauffée dans le tuyau même, et si on laisse affluer dans la pièce qui contient la cheminée, assez d'air du dehors pour pouvoir continuellement remplacer celui qui est entraîné vers la partie supérieure du bâtiment. M. *d'Arcet* remplit ces conditions dans un atelier de doreurs, en faisant construire sous la forge un petit fourneau d'appel pour échauffer à volonté, plus ou moins, la colonne d'air qui se trouve dans la cheminée. Les parois de la cheminée particulière du fourneau d'appel (laquelle entre dans la cheminée principale), sont construites en briques jusqu'à une certaine hauteur; et un tuyau en tôle les surmonte; le bout de ce tuyau doit s'élever dans la grande cheminée, jusqu'à six pieds au moins au-dessus du niveau du plafond de l'atelier.

435. Il est évident que le tirage de la forge sera d'autant plus rapide à l'ouverture de cette forge où l'ouvrier travaille, que cette ouverture sera plus petite par rapport à la largeur du tuyau de la cheminée. Voilà pourquoi M. *d'Arcet* propose, 1°. de la rétrécir autant que possible par des châssis vitrés à charnière que l'on pourrait ouvrir plus ou moins, selon le strict besoin; 2°. de garnir cette ouverture de rideaux en toile qui bouchent l'endroit où l'on ne travaille pas, et qui ferment totalement l'ouverture quand le travail est fini.

436. On s'est servi avec succès de la ventilation produite par un fourneau d'appel pour aérer les ateliers des chapeliers, où se fait le secrétage des poils et le baguettage des chapeaux, ainsi

que les ateliers des broyeurs de couleurs, des miroitiers metteurs au tain, etc. On l'a employée également pour rendre moins insalubre la vidange des fosses d'aisance et pour désinfecter les latrines des hôpitaux.

437. M. *d'Arcet* prescrit, dans son Mémoire, des précautions que les doreurs ne devraient jamais négliger toutes les fois qu'il font ramoner les cheminées de leur atelier. « Tout doreur, dit-il, devrait avoir chez lui une veste ronde, un pantalon à pieds, des gants et un capuchon, le tout fait en toile épaisse, mais d'un tissu très-serré. Lorsqu'un doreur voudra faire ramoner sa cheminée, il devra y faire passer de l'eau en vapeurs pendant quelques heures, la veille du ramonage; il choisira un ramoneur d'une bonne constitution, sachant bien son métier, lui ôtera ses habits et le couvrira des habits de toile dont nous venons de parler, en lui mettant sur la bouche, par excès de précaution, une éponge mouillée et liée avec un ruban autour de la tête. Ainsi couvert et garni, le ramoneur sera sans inquiétude et ramonera mieux la cheminée. Lorsque son ouvrage sera fini, on lui ôtera son enveloppe de toile; on le lavera bien, on lui fera remettre ses habits, et on lui donnera à manger en lui faisant boire du lait s'il en désire.

438. Le doreur fera laver de suite, à grande eau, l'habillement complet de toile qu'aura quitté le ramoneur; il l'enverra ensuite à la lessive, et le gardera pour une nouvelle opération.

Si ces moyens de salubrité sont adoptés, les doreurs paieront moins cher le ramonage de leur cheminée, en retireront plus de suie, et n'auront point le chagrin d'être la cause directe des maladies et même de la mort des ramoneurs qu'ils emploient.

Méthodes d'aérer les mines.

439. Les mines peuvent être aérées ou à l'aide des machines

appelées ventilateurs, ou par le moyen de tuyaux artistement combinés.

440. Les ventilateurs, comme nous l'avons déjà dit, ne sont autre chose que des soufflets; ainsi, toutes les machines soufflantes, dont nous avons donné la description dans le volume intulé *Machines employées dans diverses fabrications*, pourraient servir de ventilateurs.

441. Les ventilateurs des mines s'établissent ordinairement à côté de l'ouverture des puits qui servent à l'extraction du minerai et aux épuisemens. Les mêmes moteurs qui font agir les machines à molettes, ou les pompes adaptées à ces puits, peuvent également mouvoir les ventilateurs.

442. Quelquefois le ventilateur est mû par un moteur particulier, ainsi que l'indiquent les fig. 2 et 3, Pl. XI, qui représentent un petit moulin à vent destiné à cet usage. Ce moulin peut s'orienter de lui-même; il porte à cet effet une aile à sa partie postérieure. L'axe *a* du volant est garni intérieurement de quatre grandes palettes ou venteaux dont le mouvement rapide établit un courant d'air dans un tube *b b*, qui descend dans les galeries de la mine.

443. Un ventilateur, analogue à celui que nous venons d'indiquer, peut être mis en mouvement par des hommes. Alors il consiste simplement en un coffre cylindrique vertical, dans lequel se meuvent quatre ou six vantaux fixés à un axe tournant, dont les extrémités sortent du coffre cylindrique, et sont munies de manivelles. Une ouverture est pratiquée à la partie supérieure du coffre, et un tube adapté à sa partie inférieure descend dans le puits.

444. Dans quelques mines profondes de houille, en Écosse, on se sert d'une espèce de trompe pour renouveler l'air; elle est composée de deux tubes carrés et accolés, en bois, placés

verticalement dans le puits de la mine, et séparés par des compartimens percés d'un certain nombre d'ouvertures obliques. L'un de ces tuyaux est surmonté d'une trémie à orifice étroit, comme celui des trompes ordinaires. Un courant d'air traverse la trémie, parcourt le tube avec rapidité, et tombe au fond du puits d'où elle est retirée par les pompes. La chute de l'eau dans le tube produit dans la mine une ventilation d'autant plus forte que la hauteur de la chute est plus grande.

445. La fig. 1, Pl. XV, représente le ventilateur que *Taylor* a employé pour aérer la galerie souterraine du canal de Tavistock; cette galerie, percée dans un roc dur et schisteux, est à plus de 360 pieds de profondeur sous le sol, et à 900 pieds de toute ouverture extérieure. Le tube à air *b* traverse un cylindre A rempli d'eau; ce cylindre peut être en fonte de fer, ou bien formé à l'instar d'un tonneau de douves cerclées en fer. Un cylindre mobile B en fonte est suspendu, au-dessus du tuyau *b*, à un balancier *d d*; il est ouvert par le fond, et fermé par un couvercle muni d'une soupape *x* ouvrant en dehors. Le cylindre B reçoit un mouvement alternatif qui lui est transmis par le balancier *d d*, qu'un moteur quelconque fait agir. Un contre-poids *p* est placé à l'extrémité du balancier pour faire équilibre au poids du cylindre B.

446. Lorsque le cylindre aspirant B est soulevé, il se produit un vide, et l'air de la galerie inférieure est obligé, pour remplir ce vide, d'affluer par le tuyau *b*, et de soulever la soupape *y*; cette soupape se ferme aussitôt que le cylindre commence à descendre, la soupape *x* s'ouvre, et l'air extrait de la mine est expulsé au dehors.

447. Les dimensions de cette machine doivent être calculées d'après le volume d'air que l'on veut extraire. Des expériences faites par MM. *Pepis* et *Allen* ont eu pour résultat qu'en

terme moyen les ouvriers qui travaillent dans une mine corrompent chacun 27 pouces et demi cubes d'air, et que les chandelles dont ils se servent en altèrent autant, sans comprendre les émanations qui dérivent d'autres causes dépendantes des circonstances locales.

M. *Taylor* prétend qu'une de ces machines ayant un piston mobile de 30 pouces de diamètre, qui donne quatre coups en une minute, et dont la course est de quatre pieds, peut aspirer 40,000 pieds cubes en une heure.

448. Souvent un simple fourneau remplit l'office de ventilateur; on en voit un exemple Pl. XV, fig. 2, qui représente la coupe d'un fourneau A; le tuyau *bb*, qui parcourt une des galeries B de la mine; monte le long du puits C, et vient aboutir au cendrier du fourneau au-dessous de la grille. Lorsque l'on ferme toutes les parties du fourneau, surtout celle du cendrier que l'on butte avec de l'argile, il s'établit un courant rapide; l'air et les vapeurs, passant par le tuyau traversent le fourneau et se dissipent; le nouvel air, qui descend par le puits d'extraction ou par un autre, remplace le premier.

449. Un Mémoire de *Jars*, inséré dans le volume des Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1768, renferme des remarques importantes sur les meilleurs moyens d'établir la circulation de l'air dans les mines.

450. Les principes contenus dans ce Mémoire sont basés sur l'observation, que le courant qui s'établit dans les galeries des mines par leur ouverture et par les puits de respiration, ont ordinairement en hiver une direction absolument contraire à celle qu'ils prennent en été, parce que l'air contenu dans les galeries et les puits, conserve toujours à peu près le même état et la même température, tandis que celui de dehors varie extrêmement de l'hiver à l'été; en hiver l'air extérieur est plus pesant, et la colonne

qui entre par l'ouverture la plus basse, chasse l'air contenu dans la galerie, qui sort alors par le puits dont l'ouverture est la plus élevée; au lieu qu'en été, l'air extérieur, étant plus léger que celui du puits, chasse l'air de la mine par l'ouverture la plus basse.

451. *Francklin* a observé aussi : 1°. que dans les cheminées il s'établit des courans d'autant plus sensibles que les tuyaux sont plus hauts; 2°. que l'air extérieur, étant pendant l'été plus chaud que l'intérieur, depuis les 9 heures du matin jusqu'à 8 ou 9 du soir, descend alors par la cheminée, et sort par la fenêtre ou la porte ; 3°. qu'au contraire, cet air extérieur étant plus froid la nuit, il entre par la porte ou la fenêtre et monte par la cheminée; 4°. que vers les 8 ou 9 heures du matin, et les 8 ou 9 heures du soir, l'air est comme stationnaire; effet qui résulte du passage d'une direction à l'autre. *Francklin* a proposé d'appliquer cet effet à quelques usages économiques, l'un desquels serait de former des gardes-manger, dans une cheminée dont on boucherait les deux ouvertures par un simple treillis ou canevas; le courant d'air alternatif et presque continuel qui s'y établirait, tiendrait la viande fraîche et la conserverait.

452. « J'ai remarqué (dit *Jars*), pendant l'hiver, en visitant les mines, qu'il y a des puits de 10, 12, jusqu'à 20 toises de profondeur perpendiculaire, dans lesquelles toute l'eau qui filtre à travers le rocher et la charpente se gèle et forme de la glace dans toute leur hauteur.

» J'ai observé également que le thermomètre de Réaumur placé dans une mine, à 45 pas de l'embouchure d'une des galeries, se tient à *zéro*; dans l'intervalle de cette distance, j'ai trouvé de la glace; mais, en avançant dans la mine, la liqueur du thermomètre est montée peu à peu jusqu'à 11 et 12 degrés,

c'est-à-dire, 1 et 2 degrés au-dessus de la température des caves de l'Observatoire, qui est la même dans les mines; j'ai attribué les deux degrés au-dessus de la température à l'air échauffé par les ouvriers et à la flamme de leur lampe. Il y a encore dans certaines mines des accidens qui occasionent souvent une chaleur assez forte, comme des ouvrages où l'on rencontre une espèce de pyrite qui, s'efflorissant par le contact de l'air, s'échauffe au point que les ouvriers sont obligés d'y travailler sans chemise, et n'y peuvent résister que très-peu de temps.

453. » Les mêmes mines où j'ai observé des puits et galeries dans lesquels on rencontre de la glace, ont d'autres ouvertures où l'on sent un air chaud en y entrant. J'ai vu sortir par ces mêmes ouvertures la fumée de la poudre lorsqu'on avait tiré un ou plusieurs coups de mine; d'où j'ai conclu que l'air entre par les ouvrages où j'ai rencontré de la glace, et ressort par ceux où l'on respire un air échauffé.

» J'ai remarqué en même temps que tous les ouvrages par où l'air entre dans la mine sont inférieurs ou plus bas que ceux par où il sort, ce qui m'a persuadé que l'on aurait d'autant plus d'air dans une mine, que les ouvrages de communication supérieure seraient plus élevés au-dessus de l'horizontale, ou du niveau de ceux pratiqués au pied de la montagne.

454. » Ces observations m'expliquèrent pourquoi on construit des tuyaux de cheminée sur certains puits dans les mines de charbon qui sont exploitées dans un pays plat. J'en avais demandé plusieurs fois la raison; on m'avait toujours répondu que c'est pour introduire de l'air dans la mine; mais j'ignorais pourquoi l'air entre plutôt par les ouvrages inférieurs que par les supérieurs.

455. » Non content d'avoir fait pendant l'hiver les observations que je viens de rapporter, je voulus examiner si la circulation

de l'air est la même dans toutes les saisons. Je choisis dans l'été des jours chauds pour parcourir les différentes ouvertures de la mine de *Chessy*, en Lyonnais. J'ai fait aussi les mêmes remarques dans d'autres mines. J'entrai d'abord dans la mine par la même galerie inférieure dans laquelle le thermomètre avait été en hiver à *zéro*, jusqu'à 45 pas de l'embouchure, je sentis de la fraîcheur en entrant, je posai mon thermomètre (qui marquait 20 degrés au-dessus de *zéro*) à une toise intérieurement de l'embouchure de ladite galerie; après l'y avoir laissé une demi-heure, la liqueur descendit à 11 degrés; je sentis la même fraîcheur dans toute la mine, je dirigeai ma marche du côté d'un *ouvrage en montant*, par lequel on sort de la mine; c'était alors l'ouverture la plus élevée. Je remarquai avec surprise qu'à mesure que j'approchai de l'embouchure, l'air s'échauffait. Je plaçai mon thermomètre à 4 toises de ladite embouchure; il monta à 18 degrés. Ces observations, répétées plusieurs fois et dans plusieurs mines, m'ont prouvé que l'air, qui dans l'hiver entre dans la mine par les ouvrages inférieurs pour ressortir par les supérieurs, prend une route contraire pendant l'été.

456. » J'ai remarqué depuis très-long-temps, et je l'ai ouï dire par tous les mineurs, que l'air circule difficilement dans les mines, à la poussée et à la tombée des feuilles, c'est-à-dire, pendant le printemps et l'automne; il est même des ouvrages que l'on suspend alors faute d'air, les chandelles et les lampes ne pouvant brûler qu'avec peine. J'avais toujours cherché inutilement à en connaître la cause, mais le problème est résolu actuellement, puisque l'on sait que, dans le printemps et l'automne, l'air extérieur approche le plus de la température intérieure; par conséquent, il fait pour ainsi dire équilibre avec celui qui est renfermé dans les mines. On doit même sentir toute la difficulté

que l'air a à s'établir un courant dans ces saisons, où il est tantôt au-dessus et tantôt au-dessous de 10 degrés, surtout dans les ouvrages un peu considérables, où l'air a beaucoup d'étendue à parcourir. Comme le degré de chaleur varie plusieurs fois dans la même journée, les colonnes d'air pressent alternativement sur les différentes ouvertures, ce qui en rend la circulation fort difficile.

457. » On est en usage dans plusieurs mines, lorsque l'air y manque, d'y descendre des grilles avec du feu; cette méthode est très-bonne, et doit réussir spécialement dans le printemps et l'automne; mais il faut observer que si, toutes les ouvertures d'une mine étant à une même hauteur horizontale, l'on descendait du feu dans le fond de la mine, il s'y éteindrait, à moins que la grille qui soutient le feu ne fût suspendue au tiers ou au milieu d'un des puits. »

458. *Jars* combat ensuite l'opinion erronée des personnes qui croient que ce n'est qu'en multipliant beaucoup les ouvertures des mines que l'on peut y introduire l'air; car, si les ouvertures se trouvent à peu près au même niveau, on n'aura pas beaucoup plus d'air que s'il n'y en avait qu'une, parce qu'alors toutes les colonnes d'air atmosphérique étant d'un égal poids, elles se font mutuellement équilibre. La multiplicité de ces puits entraîne nécessairement dans de grandes dépenses, surtout si les ouvrages sont très-profonds; et elle augmente en outre les filtrations d'eau.

459. Il résulte des principes ci-dessus énoncés que, pour établir la circulation de l'air dans une galerie horizontale ou oblique, il faut que cette galerie ait deux puits ou ouvertures verticales d'une longueur inégale; et que la circulation sera d'autant plus facile et plus abondante que la différence du niveau respectif de leurs sommets sera plus grande. Le moyen le plus facile d'obtenir cette

différence de niveau, lorsqu'elle n'existe point naturellement, est de construire en maçonnerie, au-dessus de l'un des puits, une cheminée ou tuyau très-élevé. Ce moyen est en usage dans la plupart des exploitations de houille : quelques-unes de ces cheminées que l'on construit en briques ont jusqu'à 60 pieds de hauteur; pour augmenter leur effet, on place un treuil dans leur intérieur qui sert à suspendre, à l'aide d'une chaîne de fer, une grande grille, pleine de charbons que l'on entretient allumés continuellement et en toutes saisons. Ce foyer facilite en hiver la circulation de l'air en le dilatant; mais l'été, il faut ou que le feu soit bien plus fort qu'en hiver, ou bien que la grille soit tansportée au-dessus du puits le plus bas, par où l'air tend à sortir.

460. On peut établir la ventilation au moyen d'un seul puits, dans lequel on fait descendre un tube en bois exactement fermé; ce tube, qui doit être surmonté d'une haute cheminée, se dirige sans interruption le long de la galerie et n'est ouvert qu'à son extrémité. Un fourneau peut être établi au sommet du puits, alors le tube communique avec ce fourneau dont on ne se sert que pendant le printemps et l'automne.

461. Dans l'intérieur des galeries on emploie utilement des portes pour déterminer la direction des courans d'air; elles sont quelquefois nécessaires pour empêcher qu'un trop grand courant n'éteigne les chandelles et les lampes.

462. En 1816, la Société d'encouragement de Londres a accordé une médaille d'or et une récompense de 100 guinées, à M. *Ryan*, pour avoir perfectionné le système d'airage des mines de houille très-profondes.

La méthode de M. *Ryan* consiste à former une galerie qui environne l'emplacement de la mine à exploiter. Cette galerie d'*airage* communique avec les galeries d'exploitation par des

canaux de différens diamètres; la galerie d'airage débouche dans la partie inférieure du puits où un feu ardent est allumé pour établir le courant d'air.

463. La galerie d'airage a pour but de débarrasser les galeries d'exploitation du gaz hydrogène qui s'y forme continuellement; il faut pour cela qu'elle soit creusée à une moindre profondeur que ces dernières, pour que le gaz puisse s'y rendre en s'élevant par sa légèreté naturelle. La galerie d'airage doit avoir une dimension suffisante pour livrer un libre passage au gaz, qui, sans cette précaution, s'accumulerait dans la mine, et donnerait lieu à des explosions ou à d'autres accidens funestes.

464. M. *Ryan* a introduit son sytème avec le plus heureux succès dans plusieurs mines les plus dangereuses de Strafford et du Worcestershire. Les propriétaires, qui auparavant avaient beaucoup de peine à trouver des ouvriers, par les dangers auxquels ils étaient exposés dans leurs travaux, lui ont délivré des certificats les plus honorables.

465. Des explosions funestes ont trop souvent lieu dans les mines de houille; elles sont occasionées par le contact d'une chandelle allumée avec un mélange de gaz hydrogène carboné et d'air atmosphérique.

Pour éviter ces explosions, les mineurs ont adopté la méthode de s'éclairer à l'aide des étincelles produites par le frottement d'une meule d'acier sur une pierre siliceuse. L'expérience a prouvé que ce moyen ne met point entièrement à l'abri de tout danger.

466. M. *Davy* a remarqué que la détonation d'un mélange d'air inflammable et d'air atmosphérique ne se propage point à travers les toiles métalliques très-fines, ni à travers les tubes de métal dont le diamètre n'excède pas le cinquième d'un pouce. D'après cette importante observation, le célèbre chimiste an-

glais a proposé une lampe de sûreté aussi simple qu'utile.

467. Un crible cylindrique en toile de fil de laiton surmonte le réservoir de la lampe et renferme la flamme. M. *Davy* prescrit que la toile ait 6,400 trous par pouce carré, c'est-à-dire, qu'elle soit formée par un entrelacement de 80 fils avec 80 autres fils perpendiculaires par pouce carré. La mèche peut être élevée et abaissée dans la lampe, sans communication avec l'air extérieur. A cet effet, un petit tuyau traverse le réservoir de part en part pour livrer passage à un fil de fer qui s'insinue dans la mèche, et au moyen duquel on règle convenablement son élévation.

468. On peut augmenter la lumière, en suspendant intérieurement, près du sommet du crible cylindrique, une petite cage de fil de platine ou de fil de fer qui est chauffé au rouge par la flamme. Son emploi ne donne lieu à aucune explosion.

469. On reproche à la lanterne de *Davy* de ne pas donner assez de lumière. M. *Stephenson* a construit une lampe sur les mêmes principes, mais qui donne plus de clarté. Le réservoir d'huile est composé de deux boîtes demi-sphériques, dont l'une un peu plus grande recouvre l'autre. La boîte extérieure est percée à sa base d'un certain nombre de petits trous pour l'admission de l'air, qui, après avoir passé entre les deux boîtes, sort par de petits trous forés dans le sommet de la boîte pour pouvoir alimenter la flamme.

Cette lampe est couverte d'une cheminée de verre fixée hermétiquement à un rebord qui environne la boîte extérieure. La partie supérieure de la cheminée de verre est couverte d'un crible de fer-blanc percé de très-petits trous.

Appareils pour secourir les noyés, Pl. XIII, fig. 5, 6, 7, 8, 9, 10 *et* 11.

470. Ces appareils sont de quatre espèces; les uns facilitent la

recherche et la prompte extraction hors de l'eau des personnes qui sont en danger de se noyer; les seconds servent à transporter doucement les noyés à l'endroit convenable pour les secourir; les troisièmes sont des soufflets qui servent à rétablir la respiration; les quatrièmes enfin servent à communiquer au corps du noyé le degré de chaleur qui lui convient.

471. Les appareils de première espèce sont : 1°. les scaphandres, dont nous avons parlé dans le volume intitulé *Machines employées dans les constructions diverses*, pag. 106;

2°. Des échelles très-légères (Voyez fig. 5) ayant une queue en fer *a*, qui tourne autour des points *b b*, et qui soutient et donne à l'échelle le degré d'obliquité convenable;

3°. Des fourches (fig. 6) qui servent à la recherche des corps noyés; les extrémités *a a* sont terminées en boule, pour ne pas blesser le corps;

4°. Des pinces (fig. 7). Les branches des tenailles *a a* sont assemblées à des tringles articulées *b b* qui aboutissent à un anneau *m*; le poids de cet anneau tient la pince ouverte lorsque le manche est vertical, et des cordons *l l* servent à la fermer; lorsque la pince a embrassé le corps du noyé, on arrête fixement les cordons aux chevilles *q q*.

472. Le panier indiqué fig. 8 est très-commode pour transporter les noyés : il est disposé en forme de brancard. La partie vers la tête est élevée afin de tenir le corps dans une position légèrement inclinée.

473. Les soufflets sont de deux sortes : celui représenté fig. 9 a un tuyau flexible *a*, en taffetas gommé ou en cuir, soutenu par une spirale en fil d'archal; à l'extrémité *b* de ce tuyau flexible s'adaptent des respiratoires d'ivoire. Ces pièces sont rondes lorsqu'il s'agit de les employer par les narines, et plates quand on les destine à être insérées par la bouche. Un tuyau *y* est

placé à la partie postérieure du soufflet ; on peut y adapter une vessie *g*, munie de son robinet d'ajutage pour administrer de l'oxigène pur.

Ce soufflet, dont l'emploi doit être dirigé avec prudence et habileté, produit deux effets : il extrait l'air vicieux des poumons lorsqu'on l'ouvre, et il le remplace par de l'air atmosphérique ou de l'oxigène lorsqu'on le ferme. On l'applique ou à la bouche ou à une des narines ; dans le premier cas il faut boucher les deux narines, dans le second l'on ferme la bouche et l'autre narine.

474. Le soufflet (fig. 10) sert à injecter la fumée de tabac par forme de remède : le tabac est placé dans le cylindre de cuivre *a*, au sommet duquel est vissé le tube flexible *b*, dont on introduit l'extrémité dans le fondement.

475. La fig. 11 représente l'appareil, pour chauffer les corps, imaginé par M. *Havey*, de Londres. Cet appareil consiste en une caisse (sans couvercle) à double paroi en fer-blanc ; elle est munie de deux entonnoirs *b b* qui servent à verser de l'eau chaude entre les doubles parois pour procurer une chaleur uniforme et graduée à volonté ; l'eau est évacuée par le robinet *c* ; des anneaux *a a* facilitent le transport de la caisse.

Le corps du noyé, enveloppé dans des couvertures, est placé dans cette caisse sur un matelas que l'on a disposé dans le fond, dont la partie postérieure est relevée en forme de pupitre, pour soutenir sa tête ; on verse alors de l'eau chaude dans les entonnoirs, qu'on a soin ensuite de bien boucher pour empêcher l'évaporation et le refroidissement de l'eau.

Moyens de secourir les équipages des vaisseaux échoués.

476. M. *Ducarne-de-Blangy* proposa, en l'an 7, l'usage des fusées pour lancer des cordes qui établiraient la communica-

tion entre le rivage et le vaisseau naufragé. Des épreuves furent faites par ordre du gouvernement, en présence d'une commission composée de MM. *Rosily* et *Missiessy ;* elles eurent un succès complet. La première épreuve faite avec une fusée de 14 lignes de diamètre, a transporté une ficelle d'une ligne et demie de grosseur, à la distance de 84 toises, quoique lancée sous un angle de 40 à 45 degrés, au lieu de 15 à 20 degrés qui est l'inclinaison jugée la plus favorable. La ficelle aurait été plus loin si elle ne se fût pas pelotonnée. La seconde épreuve a été faite avec une fusée de 20 à 22 lignes, et une ficelle de même grosseur a été lancée à 91 toises. Dans la troisième, une petite ficelle a été portée à 100 toises par une fusée de 14 lignes. Et dans la quatrième, une fusée de 18 à 20 lignes a porté un cordeau de 3 lignes d'épaisseur à 98 toises.

477. Cette utile invention française a eu le sort de la presse hydraulique, du thermolampe, etc. ; elle a été négligée dans le pays qui l'a vue naître, et les Anglais ont su l'employer avec succès. M. *Manby* en a fait la plus heureuse application. Des certificats authentiques prouvent que (par une méthode analogue à celle de M. *Ducarne-de-Blangy*), il a sauvé les équipages de plusieurs vaisseaux, et que, dans les seules années 1810 et 1811, il a arraché quatre-vingt-dix personnes à une mort certaine.

478. M. *Manby* se sert d'une petite pièce d'artillerie, d'une caronade ou d'un mortier, pour lancer un boulet en forme de poire, muni d'un anneau et armé de grappins auxquels est attachée la corde. Un mortier de 8 pouces, du poids de 700 livres, chargé de 32 onces de poudre, lui a suffi pour lancer une corde de 2 pouces à 168 toises. La corde doit être bien souple, et être arrangée de manière à se développer facilement et sans s'entortiller.

479. Aussitôt qu'on est parvenu à attacher la corde à quelque partie du bâtiment échoué, on la raidit, en la passant sur un chevalet formé de trois pieux, et en adaptant à son extrémité un palan; ensuite on y accroche une poulie à laquelle on suspend un hamac ou tout autre objet capable de contenir les naufragés ; le hamac porte à ses extrémités de petits cordages, qui servent à le faire aller tantôt du rivage au vaisseau, tantôt du vaisseau au rivage. On y place les femmes, les enfans, les malades et les blessés; le fond du hamac est composé d'un fort filet pour laisser sortir l'eau qui pourrait y pénétrer.

480. Lorsque le vaisseau vient se briser contre un rocher inaccessible, il faudra jeter aux naufragés une espèce d'échelle composée d'une corde garnie, de distance en distance, d'œillets dans lesquels ils mettent alternativement les pieds et les mains.

M. *Manby* désirerait que tous les vaisseaux fussent munis de boulets à anneau et à grappin, afin que dans un moment de détresse ils pussent lancer une corde sur le rivage; et qu'ils eussent des chaloupes insubmersibles, construites de la manière suivante : un bordage cintré, en forme d'ailes, descend de chaque côté jusqu'au niveau de la quille, laquelle est chargée au centre d'un lest en plomb ou en fer. Le plat-bord est entouré d'un cordage saillant, garni, de distance en distance, de bourrelets pour amortir les chocs. La chaloupe est garnie entièrement, et le plus près possible du fond, de six tonneaux vides fortement amarrés au bordage; ceux qui ont contenu de l'huile sont les plus convenables ; ils doivent être soigneusement goudronnés.

481. Les côtes les plus dangereuses devraient être constamment garnies de mortiers et de boulets à grappin pour lancer des cordes, et d'un certain nombre de bateaux insubmersibles. Dans les nuits obscures et orageuses, on lancerait des bombes

d'artifice qui, en éclatant à une certaine hauteur, éclaireraient une grande surface de mer, et indiqueraient l'endroit où se trouve le vaisseau en danger. Dès qu'on l'apercevrait, on pointerait le mortier dans cette direction ; on attacherait une corde à une bombe percée de quatre trous, dans chacun desquels on aurait mis préalablement une fusée qui, en s'enflammant au moment où le coup part, éclairerait parfaitement la course du cordeau lancé.

482. Nous ne pouvons nous dispenser d'émettre ici une vérité fâcheuse; c'est que, de toutes les machines et de toutes les inventions utiles, il n'en est aucunes qui soient moins connues, moins appréciées et moins employées que celles qui ont pour but, ou de mettre la vie de l'homme à l'abri des accidens funestes auxquels il est trop souvent exposé, ou d'alléger les douleurs de l'humanité souffrante.

LIVRE SECOND.

Procédés artificiels qui facilitent les fonctions vitales intellectuelles, ou qui les imitent.

483. Les fonctions intellectuelles sont essentiellement dépendantes des organes affectés, soit aux diverses sensations d'où naît la pensée, soit à la faculté de l'émettre et de la communiquer aux autres individus. Ces organes sont plus ou moins limités et imparfaits; mais la bonté infinie de l'Être-Suprême a bien voulu accorder à l'homme le pouvoir inappréciable de suppléer indéfiniment par son industrie à de telles imperfections. La voix, par exemple, est faible et ne peut être entendue qu'à une petite distance; néanmoins il lui a été permis de se faire comprendre sans se déplacer, par les hommes qui habitent les régions les plus éloignées. Les hautes montagnes, les déserts, l'Océan, n'ont pu arrêter la propagation de sa pensée, qu'il a su fixer et rendre moins destructible que le porphyre et l'airain.

484. L'industrie a aussi fourni à l'homme les moyens de connaître distinctement les objets qui, dans leur état habituel, se soustraient complétement à sa vue; elle a fait plus, elle lui a permis de sonder le firmament, de mesurer et de peser les globes immenses qui peuplent cet espace sans limites.

485. Nous regrettons de ne pouvoir exposer ici un tableau détaillé des prodiges admirables que l'industrie de l'homme produit pour suppléer à l'imperfection de ses propres organes vitaux. Le cadre de notre ouvrage n'admet que les objets qui ont une liaison intime avec la mécanique usuelle; ainsi nous devons nous limiter à examiner les moyens mécaniques de produire

les effets suivans : 1°. d'imiter la voix et le chant ; 2°. de fixer la pensée et d'en faciliter la propagation ; 3°. de la transmettre au lointain avec célérité ; 4°. de faciliter quelques opérations de l'entendement, telles que le calcul, la détermination des rapports, etc.

CHAPITRE PREMIER.

Imitation mécanique de la voix et du chant.

486. Les historiens rapportent qu'il existait en Égypte une statue de Memnon, laquelle saluait le soleil levant par des sons qui paraissaient sortir de sa bouche. Voici comment nous croyons que cet effet a été produit. Le piédestal de la statue devait être creux pour recevoir le mécanisme suivant : Un diaphragme horizontal séparait probablement cette cavité en deux parties, dont l'inférieure devait contenir une certaine quantité d'eau ; et la supérieure, un cylindre horizontal tournant, garni de pointes saillantes comme celui d'une serinette ; ces pointes auraient mis en mouvement de petits leviers qui, en frappant alternativement des cordes harmoniques, auraient produit un son imitant la voix.

487. Voici comment on conçoit que le cylindre pouvait être mis en mouvement. Que l'on suppose un tube vertical qui traverse le diaphragme, et dont un des bouts plonge dans l'eau, sans cependant toucher le fond du réservoir. Un flotteur est contenu dans ce tube, et il est attaché à un fil qui, après avoir enveloppé l'extrémité du cylindre, porte à un autre bout un contre-poids. Il faut que le flotteur soit un peu plus pesant que le contre-

poids. Si l'on suppose maintenant que l'air contenu dans le piédestal soit échauffé subitement; il épouvera alors une dilatation, au moyen de laquelle la surface de l'eau étant comprimée, une certaine quantité d'eau montera dans le tuyau et élèvera le flotteur; il est évident qu'alors le contre-poids mettra en mouvement le cylindre dont l'action produira des sons divers.

488. L'air contenu dans le piédestal de la statue de Memnon se trouvait, avant le lever du soleil, refroidi par la température de la nuit. Aussitôt que le soleil paraissait et dirigeait ses rayons perpendiculairement sur une des parois du piédestal, il devait nécessairement échauffer cet air, et l'échauffement aurait été d'autant plus rapide, que la paroi eût été mince et d'une matière qui reçût facilement la chaleur; une lame de plomb eût rempli convenablement cet objet.

489. La fig. 3, Pl. XVI indique une autre méthode au moyen de laquelle la statue de Memnon aurait pu proférer des sons au lever du soleil. On suppose que A A soit l'intérieur du piédestal; des cloisons le séparent en quatre cellules C, D, E, F. Dans la cellule C sont quelques tuyaux d'orgue; un siphon *x y* établit la communication entre les cellules D et E, la première desquelles a un robinet *s* à sa partie inférieure, et l'autre est surmontée d'un entonnoir *v* qui correspond à la cellule F, dont on peut ôter la cloison *t*.

490. La statue est posée sur ce piédestal; le côté *t z* reçoit les rayons du soleil levant, qui, en frappant directement la cloison *z* en plomb mince, échauffe l'air de la cellule E; l'air, en se dilatant, comprime la surface *b b* de l'eau, et force cette eau à monter dans l'intérieur du siphon. Il est évident que, si elle parvient à son sommet, il s'établira un écoulement de la cellule E à la cellule D, qui durera jusqu'au moment où l'équilibre sera rétabli dans les deux. L'eau qui s'élève progressive-

ment dans la cellule D, devra nécessairement chasser l'air qui est au-dessus, lequel s'échappera à travers les tuyaux d'orgue, et produira des sons.

491. *Albert-le-Grand*, mathématicien, qui vivait dans le treizième siècle, avait, dit-on, construit un automate de figure humaine, qui, lorsqu'on frappait à la porte de la cellule, allait l'ouvrir, et poussait quelques sons, comme pour parler à celui qui entrait.

492. Le père *Schott* dans sa *Technica, curiosa seu Mirabilia artis*, parle d'un automate qui proférait des sons et que l'on voyait dans le Muséum du père Kircher.

493. *Rivarol* rapporte (dans les notes à son Discours sur l'universalité de la langue française) que l'abbé *Mical* construisit deux têtes colossales d'airain, qui parlaient et qui prononçaient nettement des phrases entières; le gouvernement n'ayant pas voulu acheter ces têtes, le malheureux artiste, accablé de dettes, les brisa dans un moment de désespoir, et il est mort pauvre en 1786.

494. Ces têtes colossales produisaient leur effet au moyen de deux claviers dont les touches étaient mues par les pointes saillantes d'un cylindre. Chaque touche du premier clavier servait à produire un son qui imitait autant que possible celui des principales syllabes de la langue française; l'autre servait à régler la force et la gradation des sons. L'auteur était parvenu, par une méthode particulière, à déterminer et à réduire à un petit nombre les sons nécessaires pour prononcer un discours. Cette méthode était nécessaire pour que le nombre des touches ne fût pas trop considérable, et que le mécanisme ne fût pas trop compliqué.

495. Les sons étaient produits par un espèce d'instrument à vent, auquel plusieurs soufflets donnaient la quantité d'air

nécessaire; les touches du clavier produisaient sur cet instrument des effets analogues à ceux que les doigts et que les lèvres produisent sur les instrumens à vent ordinaires.

496. Il paraît que le mécanisme des têtes parlantes de l'abbé *Mical*, avait beaucoup d'analogie avec celui du flûteur de *Vaucanson*, que nous décrirons. La différence essentielle consistait dans la construction de l'instrument à vent, qui devait avoir la forme la plus apte pour bien imiter les diverses inflexions de la voix humaine.

497. Parmi les expériences que répètent journellement les faiseurs de tours, il n'en est aucune qui surprenne davantage le public que celui de la tête parlante. Voici en quoi il consiste: On place une figure ou buste sur une table; un tube caché intérieurement, part de chacune de ses oreilles, traverse l'épaisseur de la table et un de ses pieds, perce le plancher et va aboutir dans une chambre inférieure ou latérale. Un second tuyau part de la bouche et va aboutir par un chemin semblable dans le même lieu.

498. Le faiseur de tours dit à quelqu'un de faire à cette figure une question, en lui parlant bas à l'oreille : pendant ce temps un homme est posté dans l'endroit où aboutissent les tuyaux ; il a l'oreille appliquée contre celui qui part des oreilles de la tête parlante, et il entend fort bien ce que l'on a dit; alors il fait à l'embouchure de l'autre tuyau une réponse qu'entend à son tour l'auteur de la question.

Cet effet est facile à expliquer ; car personne n'ignore que le son renfermé dans un tube, se propage à une distance incomparablement plus grande que dans l'air libre, quel que soit le nombre des circonvolutions de ce tuyau. Le père *Kircher* rapporte que les ouvriers qui travaillent dans les souterrains des aquéducs de Rome s'entendent à quelques milles de distance.

499. Le chevalier *Morland*, connu par diverses inventions ingénieuses, a publié un traité intitulé *De Tuba stentorophonica*, dans lequel il dit avoir fait construire une *trompette parlante*, longue de 4 pieds et demi, par laquelle il se faisait entendre à la distance de 500 pas géométriques; il se fit entendre à 1,800 pas à l'aide d'une seule trompette longue de 16 pieds 8 pouces; et une troisième de 24 pieds portait le son à plus de 2,500 pas.

500. On sait qu'une trompette parlante n'est autre chose qu'un long tuyau, qui d'un côté n'a que la largeur nécessaire pour y appliquer la bouche, et qui va de là en s'évasant jusqu'à l'autre extrémité, développée en forme de pavillon.

L'ouverture du petit bout, égale à celle de la bouche d'un homme, doit être un peu applatie, et se recourber latéralement en saillie pour s'appuyer contre les joues.

Le porte-voix, ou trompette marine, est une petite trompette parlante dont on se sert utilement à bord des vaisseaux.

Imitation du chant des oiseaux, et musique mécanique.

501. On parvient à imiter assez exactement le chant de plusieurs espèces d'oiseaux en soufflant dans un petit sifflet dont le bout trempe dans l'eau; ainsi, si l'on a un vase MM, Pl. XIV, fig. 6, qui contienne des sifflets *b b*, et si ces sifflets sont placés de manière que leurs extrémités inférieures entrent dans la cellule A pleine d'eau, et leurs embouchures dans la cellule C, où aboutit un tube *x x x*, il suffira qu'un homme souffle dans ce tube pour imiter le chant de divers oiseaux. Cette imitation sera bien plus récréative si on ajoute le mécanisme suivant. Deux tuyaux *d d* partiront de la cellule C, traverseront la cellule D, et se termineront en plusieurs branches creuses sur lesquelles seront placés de petits oiseaux creux dans leur intérieur,

et dont les ailes et le bec mobiles porteront intérieurement de petites palettes qui, agitées par le vent, donneront à ces parties de petits mouvemens qui imiteront assez bien ceux des ailes et du bec des oiseaux vivans. Il résulte de cette disposition que lorsqu'on soufflera dans le tube *x x x*, le vent qui fera résonner les petits sifflets *b b*, embouchera les tuyaux *d d*, pour aller agiter les petites palettes contenues dans le corps de chaque oiseau.

502. On se sert souvent de fontaines de *Héron* pour produire des effets analogues à ceux que nous venons d'indiquer, de manière qu'il suffirait d'établir dans le piédestal du vase (fig. 6) une de ces fontaines pour faire agir cette petite machine, sans que l'on fût obligé de souffler dans le tube *x x x*.

503. La fig. 5, Pl. XIV, représente une fontaine de *Héron*, composée de deux cellules A et B, bien closes, et d'un réservoir C; un tube *x* établit la communication entre la cellule A et le réservoir C; ainsi, lorsqu'on versera de l'eau dans le réservoir C, cette eau pénétrera dans la cellule A, en traversant le tube *x*; l'air de la cellule A s'échappera par le tuyau *y* et comprimera la surface de l'eau contenue en B; cette compression formera le jet d'eau *m*. Telle est la disposition ordinaire des petites fontaines à compression que l'on voit dans tous les cabinets de physique.

504. La fig. 2 indique une petite fontaine que l'on peut insérer dans la caisse d'un arbuste artificiel sur lequel sera placé un oiseau automate qui chantera toutes les fois que la fontaine sera mise en action.—*a* est un entonnoir pour remplir d'eau la cellule A. —*b* est un tuyau de communication entre la cellule A et la cellule B; un robinet *y* sert à ouvrir ou fermer cette communication. — *r* est un tube destiné à souffler dans le sifflet *t*, ce qui arrive lorsque la cellule A étant pleine d'eau, et la cellule B

vide, on ouvre le robinet *y*. On voit, fig. 7, le mécanisme d'une fontaine de *Héron*, qui en même temps produit un jet d'eau et fait chanter et mouvoir les oiseaux *x x*.

505. La machine dont les fig. 1 et 2, Pl. XVI, représentent l'élevation et le profil, est destinée à faire agir un oiseau automate de plus grande dimension. Les mouvemens de cet automate pourront être plus compliqués et plus exacts que ceux des oiseaux artificiels précédemment décrits ; le chant sera en même temps plus varié et plus étendu.

506. Le mécanisme de cet automate est animé par un petit courant d'eau qui agit sur la roue hydraulique *a*, laquelle, à l'aide de l'engrenage *b b*, fait tourner le cylindre *c c*, dont la surface est hérissée de pointes saillantes qui agissent tour à tour sur une espèce de clavier ; une partie des touches correspondent aux tuyaux *d d*, auxquels des soufflets, mus par la même roue motrice *a*, donnent le vent nécessaire. Ces soufflets ne sont point indiqués dans les figures. Les autres touches font mouvoir des fils *f f* qui agissent sur les membres mobiles de l'automate.

507. En général, le mécanisme de tous les automates exécutant de la musique est disposé à peu près de la même manière. C'est toujours un *cylindre noté*, c'est-à-dire, un cylindre dont la surface convexe est garnie de petites cames ou pointes saillantes qui agissent sur des claviers analogues à ceux des orgues d'église ou des *pianos*. Lorsque l'instrument est à vent, plusieurs soufflets lui fournissent l'air qui lui est nécessaire, de manière que chaque son ait la nuance et la force qui lui convient. Nous ferons connaître quelques méthodes de noter les cylindres.

Le flûteur de Vaucanson.

508. Vienne en Autriche possède maintenant cet automate célèbre dont la forme extérieure est semblable à la belle statue

de Coysevaux, représentant un faune qui joue de la flûte traversière. Cette statue décore la rampe de la terrasse des Tuileries, vers le château.

509. Le flûteur de *Vaucanson* exécute douze airs différens, avec beaucoup de précision. Les doigts de la figure ont les mouvemens nécessaires pour modifier le vent qui entre dans la flûte, en augmentant ou diminuant sa vitesse suivant les différens tons, avec le concours des variations que la disposition des lèvres éprouve, et des mouvemens que reçoit une soupape qui fait les fonctions de la langue. Un fort ressort spiral est le moteur de cette machine.

La figure a 5 pieds et demi de hauteur, et le piédestal sur lequel elle est posée a 4 pieds et demi de haut, sur 3 pieds et demi de large.

510. A la face antérieure du piédestal (le panneau étant ouvert), on voit à la droite un axe d'acier qui a six coudes ou manivelles, et qui est mû par un engrenage; à chaque coude sont attachés des cordons qui aboutissent à l'extrémité des panneaux supérieurs de six soufflets de 2 pieds et demi de long, sur 6 pouces de large, rangés dans le fond du piédestal, où leur panneau inférieur est attaché à demeure; de manière que toutes les fois que l'axe coudé tourne, les six soufflets se haussent et s'abaissent successivement les uns après les autres.

511. A la face postérieure au-dessus de chaque soufflet, est une double poulie dont les diamètres sont inégaux; savoir, l'un de 3 pouces et l'autre d'un pouce et demi; et cela, pour donner plus de levée aux soufflets, parce que les cordons qui y sont attachés vont se rouler sur le plus grand diamètre de la poulie, et ceux qui sont attachés à l'axe qui les tire, se roulent sur le petit.

Sur le grand diamètre de trois de ces poulies, du côté droit, se roulent aussi trois cordons qui, par le moyen de plusieurs

petites poulies, aboutissent aux panneaux supérieurs de trois autres soufflets placés sur le haut du bâtis, à la face antérieure et supérieure.

512. La tension qui se fait à chaque cordon, lorsqu'il commence à tirer le panneau du soufflet où il est attaché, fait mouvoir un levier placé au-dessus, entre l'axe et les doubles poulies, dans la région moyenne et inférieure du bâtis. Ce levier, par différens renvois, aboutit à la soupape qui se trouve au-dessous du panneau inférieur de chaque soufflet, et la soutient levée, afin que l'air y entre sans résistance, tandis que le panneau supérieur, en s'élevant, en augmente la capacité. Par ce moyen, outre la force que l'on gagne, on évite le bruit que fait ordinairement cette soupape, causé par le tremblement que l'air lui fait faire en entrant dans le soufflet; ainsi les neuf soufflets sont mus sans secousses, sans bruit, et avec peu de force.

513. Ces neuf soufflets communiquent leur vent dans trois tuyaux différens et séparés. Chaque tuyau reçoit celui de trois soufflets; les trois qui sont dans le bas du bâtis à droite, communiquent leur vent à un tuyau qui règne en devant sur le montant du bâtis du même côté, et ces trois sont chargés d'un poids de 4 livres; les trois qui sont à gauche dans le même rang, donnent leur vent dans un semblable tuyau qui règne pareillement sur le montant du bâtis du même côté, et ne sont chargés chacun que d'un poids de 2 livres; les trois qui sont sur la partie supérieure du bâtis donnent aussi leur vent à un tuyau qui règne horizontalement sous eux et en devant; ceux-ci ne sont chargés que du poids de leur simple panneau.

514. Ces trois tuyaux, par différens coudes, aboutissent à trois petits réservoirs placés dans la poitrine de la figure. Là, par leur réunion, ils en forment un seul, qui monte par le

gosier, vient par son élargissement, former dans la bouche une cavité terminée par deux espèces de petites lèvres qui posent sur le trou de la flûte; ces lèvres donnent plus ou moins d'issue au vent par leur plus ou moins d'ouverture, et ont un mouvement particulier pour s'avancer et se reculer.

515. En dedans de cette cavité est une petite languette mobile, qui, par son jeu, peut ouvrir et fermer au vent le passage que lui laissent les lèvres de la figure.

Voilà par quel moyen le vent a été conduit jusqu'à la flûte. Voici ceux qui ont servi à le modifier.

A la face antérieure du bâtis, à gauche, est un engrenage qui fait tourner un cylindre de 2 pieds et demi de long sur 64 pouces de circonférence; ce cylindre est divisé en quinze parties égales dont les distances sont d'un pouce et demi. Le cylindre agit sur un clavier composé de quinze leviers dont les extrémités sont armées de petits becs d'acier qui correspondent à chaque division du cylindre.

516. Aux extrémités opposées de ces leviers sont attachées des chaînes d'acier, dont trois aboutissent aux différens réservoirs du vent; et leurs chaînes montent perpendiculairement derrière le dos de la figure, jusque dans la poitrine où ils sont placés, et meuvent une soupape particulière à chaque réservoir; cette soupape étant ouverte, laisse passer le vent dans le tuyau de communication qui monte par le gosier dans la bouche.

517. Les leviers qui répondent aux doigts sont au nombre de sept, et leurs chaînes montent aussi perpendiculairement jusqu'aux épaules, et là, se coudent pour s'insérer dans l'avant-bras jusqu'au coude, où elles se plient encore pour aller le long du bras jusqu'au poignet, où elles sont terminées chacune par une charnière qui se joint à un tenon que forme le bout d'un

levier contenu dans la main, de façon que la chaîne étant tirée le doigt puisse se lever.

Quatre de ces chaînes s'insèrent dans le bras droit, pour faire mouvoir les quatre doigts de cette main, et trois dans le bras gauche pour trois doigts, n'y ayant que trois trous qui répondent à cette main.

Chaque bout de doigt est garni de peau pour imiter la mollesse du doigt naturel, afin de pouvoir boucher le trou exactement.

518. Les leviers du clavier qui répondent au mouvement de la bouche sont au nombre de quatre; les fils d'acier qui y sont attachés forment des renvois et tiennent à des chaînes qui montent perpendiculairement dans le corps de la figure, et qui, passant par le cou, viennent dans la bouche s'attacher aux parties qui font faire quatre différens mouvemens aux lèvres intérieures; l'un fait ouvrir ces lèvres pour donner une plus grande issue au vent; l'autre la diminue en les rapprochant; la troisième les fait retirer en arrière; et la quatrième les fait avancer sur le bord du trou.

519. Une chaîne est pareillement attachée au dernier levier du clavier; elle monte comme les autres, et vient aboutir à la languette qui se trouve dans la cavité de la bouche derrière les lèvres.

Le cylindre est hérissé de petites lames saillantes en cuivre, destinées à agir sur les becs des lèvres qui leur correspondent.

520. L'extrémité de l'axe du cylindre du côté droit est terminée par une vis qui a douze filets, et dont la longueur totale est égale à celle d'une des divisions du cylindre.

Au-dessus de cette vis est une pièce de cuivre immobile, solidement attachée au bâtis, à laquelle tient un pivot d'acier d'une ligne environ de diamètre, qui tombe dans une cannelure de la vis et lui sert d'écrou; de façon que le cylindre est obligé, en

tournant, de suivre la même direction que les filets de la vis, contenu par le pivot d'acier qui est fixe; ainsi, chaque point du cylindre décrira continuellement en tournant une hélice, et aura par conséquent un mouvement progressif de droite à gauche.

C'est par ce moyen que chaque division du cylindre changera de point à chaque tour qu'il fera, puisqu'il s'en éloignera d'une ligne et demie, qui est la distance qu'ont les filets de la vis entre eux.

521. Les bouts des leviers attachés au clavier restant immobiles, et les points du cylindre auxquels ils correspondent d'abord s'éloignant à chaque instant de la perpendiculaire, et formant une hélice qui, par le mouvement progressif du cylindre, est toujours dirigée au même point, c'est-à-dire, à chaque bout de levier; il s'ensuit que chaque bout de levier trouve à chaque instant des points nouveaux sur les lames du cylindre, qui ne se répètent jamais, puisqu'elles forment entre elles des circonvolutions, qui font douze tours sur le cylindre avant que le premier point de division vienne sous un autre levier que celui sous lequel il a été déterminé en premier lieu.

522. C'est dans cet espace d'un pouce et demi qu'on place toutes les lames qui forment elles-mêmes des hélices pour faire agir le levier, sous qui elles doivent toutes passer pendant les douze tours que fait le cylindre.

Au fur et à mesure qu'une ligne change pour son levier, toutes les autres changent pour le leur; ainsi, à chaque levier correspond une hélice qui décrit douze tours sur un cylindre dont la circonférence est de 64 pouces, ce qui fait un développement total de 768 pouces de long. C'est sur cette hélice que sont placées toutes les lames nécessaires pour l'action du levier durant tout le jeu.

523. Voici le procédé que *Vaucanson* a suivi pour insérer

les lames dans le cylindre du clavier. Il a employé un levier dont une des extrémités armée d'une pointe pouvait, lorsqu'on frappait dessus, marquer le cylindre ; à l'autre bras du levier était un ressort qui faisait promptement relever la pointe.

On faisait tourner le cylindre uniformément et avec une vitesse déterminée. En même temps une personne jouait sur la flûte l'air qu'on voulait noter sur le cylindre; une autre battait la mesure sur le bout du levier qui pointait ce cylindre, et la distance qui se trouvait entre les points indiquait la séparation des mesures; on subdivisait ensuite les intervalles en autant de parties que chaque mesure avait de temps.

524. La machine de *Vaucanson* imitait exactement tous les divers mouvemens que produit une personne vivante lorsqu'elle joue de la flûte. Les trois réservoirs d'air donnent le moyen de produire un vent plus ou moins fort; les lèvres de l'automate ont, comme celles d'un flûteur vivant, deux sortes de mouvemens, c'est-à-dire : 1°. elles s'ouvrent plus ou moins; 2°. elles sont poussées en dehors ou elles sont tirées légèrement en dedans. La languette qui est en dedans des lèvres imite le jeu de la langue de l'homme qui, en débouchant plus ou moins le trou que forment les lèvres pour laisser passer le vent, articule la note.

525. Les moyens employés par *Vaucanson* pour produire ces divers effets sont aussi simples qu'ingénieux, et sont analogues à ceux dont on fait usage dans les orgues de Barbarie et dans d'autres machines de ce genre.

Joueur de tambourin, par Vaucanson.

526. Cet automate, debout sur un piédestal, est habillé en berger; il tient d'une main un flageolet, et de l'autre une baguette avec laquelle il frappe le tambourin; il joue sur le flageolet une vingtaine de contredanses, et il bat sur le tambourin des coups

simples et doubles, des roulemens variés, qui accompagnent en mesure les airs que le flageolet fait entendre.

Le mécanisme de cet automate ne diffère de celui du flûteur que par le nombre des touches du clavier, et par la disposition et la direction des cordons qui y correspondent.

527. L'air qui fait résonner le flageolet sort avec plus ou moins d'abondance et de vitesse, suivant la note que l'on veut articuler; les trois trous du flageolet sont ouverts ou en totalité ou en partie; la languette de l'automate imite les coups de langue qu'un joueur de flageolet vivant donne à chaque note.

528. Le mouvement de la baguette qui frappe le tambourin est très-varié; elle frappe tantôt plus fort, tantôt plus vite, mais elle donne toujours un coup sec et bien prononcé.

Notage des cylindres.

529. Les cylindres notés, c'est-à-dire, les cylindres dont la circonférence est garnie de pointes disposées suivant des règles déterminées, forment la partie principale de tous les intrumens automates; la perfection de ces machines dépend essentiellement de l'exactitude du notage des cylindres.

530. Le notage des cylindres consiste à tracer sur la surface convexe un certain nombre de circonférences qui correspondent exactement aux diverses touches du clavier; et à diviser successivement toutes ces circonférences en autant de parties différentes et précises que la pièce de musique que l'on veut noter contient de notes et de parties de notes; afin de pouvoir placer aux points de division des clous ou pointes destinés à lever les touches du clavier, pour faire résonner ces notes et ces parties de notes, dont les intervalles devront avoir la longueur exacte de silences nécessaires à l'articulation des notes consécutives.

531. Comme il n'est rien en musique qu'on ne puisse mesurer exactement, il n'est aucune sonate, aucune symphonie qu'on ne puisse noter sur les cylindres avec la plus grande précision.

532. Pour noter un morceau de musique, il faut d'abord observer combien de mesures il contient, et quelle est la nature de ces mesures. Chacune d'elles se subdivise ordinairement en autant de parties qu'elle peut contenir de croches, de manière que si c'est une mesure à quatre temps, elle aura huit divisions; si elle a trois temps, elle n'aura que six divisions, etc.

533. Je suppose que l'on ait à noter un air de 24 mesures à quatre temps : dans ce cas, le nombre total de divisions qui devra correspondre à chaque touche du clavier sera de 192; l'on examinera si ce nombre de divisions peut être contenu sans inconvénient dans une seule circonférence; en cas contraire, il faudra faire correspondre à chaque touche deux ou trois circonférences, ou pour mieux dire, deux ou trois circonvolutions d'hélice, et les points de division se trouveront distribués sur le développement total de cette courbe hélicoïde. Ce procédé donne le moyen de noter un morceau de musique aussi long que le comporte l'étendue du cylindre, ou bien plusieurs morceaux qui, ajoutés bout à bout, auront cette longueur.

534. L'axe du cylindre est taillé en forme de vis à une de ses extrémités. On conçoit que si un couteau appuie son tranchant dans la cavité d'un des pas de la vis, le cylindre, en tournant, doit prendre un mouvement de translation horizontale, qui le fera avancer insensiblement à chaque tour, de manière que les pointes placées sur les circonvolutions de l'hélice viendront tour à tour exercer leur pression sur la touche qui leur correspond.

535. Avant de commencer à noter, il faut tracer exactement sur le cylindre autant de circonférences ou bien d'hélices qu'il y a de touches au clavier. Ce qui se fait aisément en assujettis-

sant une pointe ou un crayon, comme on fixe un outil pour tourner; et on l'approche du cylindre, lequel, étant mis en mouvement, reçoit la trace circulaire ou hélicoïde.

536. Les cercles ou les hélices étant soigneusement tracés, il faut marquer sur leur développement les points où doivent être insérés les clous saillans. A cet effet, l'on a devant soi le papier de musique qui contient le morçeau que l'on veut noter.

537. Le notage peut s'effectuer à l'aide d'une machine qui ne diffère point essentiellement de celles qui servent à graduer les instrumens d'astronomie et de géodésie. Nous avons parlé de celles-ci dans les volumes intitulés *Composition des machines*, pag. 357 — 362; *Machines employées dans les fabrications diverses*, pag. 181.

538. Lorsqu'on a à sa disposition une machine à diviser, le notage n'offre aucune difficulté. Si par exemple l'on avait choisi pour modèle de chaque unité de division une double croche, chaque croche embrassera deux divisions, chaque noire quatre, chaque blanche huit, chaque ronde seize. Quoique les valeurs de toutes les notes de même espèce, par exemple de toutes les noires, soient égales entre elles, cependant les unes seront *tenues* en entier, d'autres à moitié, d'autres au quart; elles seront ou *tactées*, ou *cadencées*, ou *martelées*. Ainsi dans chaque note, quelle que soit son espèce, on doit distinguer soigneusement deux parties, dont la première indique la durée du son, et l'autre le silence qui doit la terminer. Les silences à la fin de chaque note en fixent pour ainsi dire l'articulation. Il est donc très-important que toutes ces nuances soient soigneusement marquées par des signes particuliers sur le papier de musique, et que l'on y ait égard en notant.

539. Le son des notes de même espèce ayant une durée différente lorsqu'elles sont ou *cadencées*, ou *tactées*, ou *tenues*,

il faut avoir des pointes dont les épaisseurs soient proportionnelles aux diverses nuances de la durée des sons que nous venons d'indiquer.

540. Le lecteur qui désirerait avoir des notions plus étendues sur le notage des cylindres pourra consulter l'ouvrage du père *Engramelle*, intitulé : *la Tonotechnie, ou l'Art de noter les cylindres.*

541. *Diderot* (*a*) a publié un Mémoire rempli d'esprit et d'enjouement, dans lequel il propose d'adapter aux orgues et aux autres instrumens à claviers un cylindre à notation mobile, qui pourrait servir également à ceux qui ne savent point de musique et à ceux qui en savent assez pour composer.

542. La surface de ce cylindre doit être percée d'une multitude de petits trous, disposés à distances égales sur des circonférences de cercles ou sur des courbes hélicoïdes qui correspondraient à chacune des touches. Par cette disposition, le cylindre peut recevoir successivement le notage d'un nombre quelconque de morceaux de musique, en transportant les clous des trous où ils étaient dans d'autres trous.

543. Le cylindre doit être formé de deux pièces; l'une creuse, de matière solide, renferme l'autre partie formée par un noyau de bois couvert de plusieurs doubles d'une étoffe compacte qui forme sur lui une espèce de pelote qui remplit exactement la cavité du cylindre creux. Cette pelote est destinée à recevoir et à retenir la queue des pointes que l'on pourra placer et déplacer avec beaucoup de promptitude.

544. A l'aide d'un semblable cylindre, un musicien pourra composer sur le cylindre même, éprouver à chaque instant ses accords, et répéter, sans aucun secours, toute sa pièce.

(*a*) Mémoires sur différens sujets de mathématiques, par *Diderot*.

Ces cylindres faciliteront aux enfans l'étude de la musique, soit vocale, soit instrumentale. Beaucoup de personnes qui manquent d'aptitude pour un instrument, pourront néanmoins s'amuser à jouer des morceaux de musique variés.

Un bon orgue, muni d'un cylindre de cette espèce, ramènerait peut-être, dit *Diderot*, à l'église de leur paroisse, un grand nombre d'honnêtes gens qui ont de l'oreille et qui en ont été chassés par un mauvais organiste.

545. Les instrumens de musique susceptibles de recevoir l'action d'un cylindre noté sont en général de deux espèces : 1°. les instrumens à vent; 2°. les instrumens à percussion.

Parmi les instrumens à vent, les uns sont composés d'un seul tube foré de plusieurs trous, comme la flûte, le flageolet, la clarinette, le hautbois, le basson, le serpent, etc. Tous ces instrumens peuvent être joués par un automate garni d'un mécanisme analogue à celui que *Vaucanson* a adapté au flûteur que nous avons décrit précédemment.

546. D'autres instrumens à vent, comme les trompettes, les cors de chasse et d'harmonie, sont composés d'un tuyau qui n'a point de trous sur le développement de sa longueur, et qui n'a d'autres ouvertures que celles de l'embouchure et du pavillon. Il est très-difficile de les faire jouer directement par un automate, mais on peut imiter assez bien leur son au moyen de tuyaux cachés dans l'intérieur de la figure.

547. De tous les instrumens à vent, celui qui occupe sans contredit le premier rang est l'orgue, dont le nom signifie instrument par excellence, ὀργάνον.

Ce bel instrument a commencé à être en usage dans les églises vers l'année 1250. Le premier que l'on ait eu en France fut donné en présent au roi Pepin, par Constantin Copronyme, en 1267. Mais l'invention de l'orgue est bien antérieure à cette

époque. *Vitruve* donne la description d'un orgue en usage de son temps, et il en attribue l'invention à *Ctesibius*.

548. *Ctesibius* fut un des mécaniciens les plus distingués de l'antiquité ; non-seulement il est l'auteur d'une des plus ingénieuses et des plus utiles inventions qu'ait produites l'esprit humain, *les pompes hydrauliques ;* mais il inventa aussi plusieurs autres machines dont l'action finale dépendait de la dilatation ou bien de la compression de l'air.

549. *Vitruve* rapporte que ce grand mécanicien était fils d'un barbier d'Alexandrie (*a*) : un jour il voulut suspendre un miroir métallique dans la boutique de son père, de telle sorte que si on l'abaissait il pût remonter de lui-même ; il se servit à cet effet d'une corde dont un des bouts était attaché au miroir et l'autre bout portait un poids de plomb ; cette corde passait sur des poulies de renvoi, et entrait dans un tuyau vertical étroit que le poids parcourait. *Ctesibius* s'aperçut que la chute du poids dans le tube produisait un son et du vent ; cette observation fut l'origine de l'invention de l'orgue, et comme les soufflets qu'il adapta à cet orgue étaient des cylindres munis de pistons, ceux-ci lui fournirent l'idée des pompes.

550. Notre plan ne nous permet point de nous occuper de la description des instrumens de musique, et spécialement de l'orgue, qui, pour être bien traité, exigerait un ouvrage particulier fort étendu ; mais nous engageons nos lecteurs à consulter l'*Art du facteur d'orgues*, par *Bedos-de-Celles*.

551. L'orgue d'Allemagne, autrement dit orgue de Barbarie, et la serinette, ne sont autre chose que de petites orgues portatives qui agissent à l'aide d'un cylindre noté qu'une manivelle met en mouvement. Ces machines sont composées, 1°. d'un

---

(*a*) *Vitruve*, liv. IX.

nombre plus ou moins grand de tuyaux qui ne diffèrent des tuyaux d'orgues ordinaires que par leurs dimensions beaucoup plus petites; 2°. d'un clavier dont le nombre des touches est égal à celui des tuyaux ; 3°. d'un cylindre noté, susceptible de prendre un petit mouvement de translation horizontale. Une des extrémités de l'axe de ce cylindre sort de la caisse, et porte un certain nombre d'entailles circulaires, dans une desquelles s'engage un petit verrou, placé verticalement au-dessus, pour servir à fixer le cylindre noté à la place convenable, afin qu'il puisse exécuter un des morceaux de musique notés sur sa surface. Quand on veut qu'un autre de ces morceaux soit exécuté, il suffit de soulever le verrou, de pousser en avant, ou bien de tirer en dehors l'extrémité sortante de l'axe du cylindre, et de le fixer de nouveau en engageant le verrou dans l'entaille qui correspond au morceau de musique que l'on a choisi.

4°. D'un ou de plusieurs soufflets destinés à fournir aux tuyaux le vent qui leur est nécessaire pour résonner. Ces soufflets reçoivent leur mouvement d'élévation et de dépression par l'intermédiaire d'un axe coudé, que la manivelle fait tourner conjointement avec le cylindre noté. Le vent ne peut parvenir qu'aux tuyaux débouchés par les touches du clavier; des ressorts compriment les soupapes qui ferment l'embouchure des autres tuyaux. Ainsi, toutes les fois qu'une des pointes du cylindre noté agit sur une des touches, la soupape qui lui correspond s'ouvre immédiatement et permet au vent de produire le son en traversant rapidement le tuyau; aussitôt que la pointe a abandonné la touche, le ressort ferme sur-le-champ la soupape, qui ne permet plus au vent d'entrer dans le tuyau.

552. Les instrumens à percussion auxquels on a adapté des cylindres notés sont ou à cordes, ou à carillon, ou à timbre-fendu.

Il suffit de superposer au clavier d'un clavecin, d'un piano, d'une harpe à clavier, un cylindre noté d'une dimension convenable pour le faire agir mécaniquement.

553. Les carillons mécaniques ne sont autre chose qu'une série de cloches ou de timbres convenablement disposés pour être frappés par des marteaux qui sont tour à tour soulevés par les cames d'un cylindre noté. Ce cylindre est mû par un ressort spiral placé dans un barillet (42), ou par une roue hydraulique qu'une chute d'eau fait agir, ou par tout autre moteur. Souvent le mécanisme du carillon est muni d'une détente qui, communiquant avec la sonnerie d'une horloge, fait agir le carillon à des intervalles déterminés par l'horloge même.

554. Dans quelques mécaniques en musique, on a réuni plusieurs instrumens qui exécutent des morceaux *concertans*, par la combinaison des moyens que nous avons indiqués pour chacun d'eux en particulier.

555. M. *Bourdier*, habile horloger de Paris, a exécuté une très-belle pendule à concert mécanique, qui offre plusieurs particularités remarquables.

556. Cette pendule, de la hauteur de 11 pieds, est composée d'un soubassement circulaire porté par huit cariatides soutenant des arcades à travers lesquelles on voit tout le mécanisme. Immédiatement au-dessus de ces arcades est un bassin dans lequel quatre chimères semblent verser des jets d'eau qui partent de leurs mamelles. Ces quatre chimères soutiennent un bassin moins grand, surmonté d'une colonne rostrale, entouré d'un bas-relief en hélice. Les heures et les minutes sont marquées par un médaillon en forme de soleil, qui parcourt la trace hélicoïde qui sépare les bas-reliefs. Un globe surmonte la colonne; autour de ce globe sont gravés les signes du zodiaque; un serpent en indique le passage.

557. La pendule est placée sur un soubassement fermé par huit portes en glaces, et qui contient une mécanique en musique, laquelle à toutes les heures exécute un quatuor très-harmonieux, à deux flûtes traversières et à un forté-piano à deux parties. Cette mécanique fait entendre successivement seize morceaux différens. La musique ne se fait point entendre depuis 10 heures du soir, jusqu'à 10 heures du matin; néanmoins, on peut faire à volonté jouer tous les airs, sans interrompre la marche de la pendule.

558. Les mêmes rouages qui mettent en jeu les instrumens de musique, communiquent le mouvement au mécanisme qui figure la chute de l'eau dans les bassins.

Cette pendule ne se remonte que tous les quinze jours; son balancier est à échappement libre et à compensation; elle bat les secondes et sonne les heures et les demies. Son mécanisme est principalement composé de deux mouvemens, dont le premier est accompagné d'un petit cadran ordinaire, où il marque les heures, les minutes et les secondes. Ce cadran sert à régler le mouvement qui correspond à l'index tracé sur la colonne. Ce second mouvement est détendu par le premier, sans apporter de retard dans la marche de la pendule.

559. Le soleil qui marque les heures sur la colonne, n'avance que par reprise d'une minute à la fois Les indications de toutes les heures sont placées dans la même verticale. A chaque heure le soleil s'élève d'un douzième de la hauteur de la colonne, et, aussitôt qu'il est arrivé à la douzième heure, placée près du chapiteau, il retourne tout d'un trait sur ses pas, et ne met que 10 secondes pour arriver au pied de la colonne, où est gravée la première heure. Le temps que le soleil met à descendre n'apporte aucun retard dans sa marche comparée à celle du pendule, parce que son *conducteur* l'arrête au point où il convient

pour remonter de nouveau, quel que soit le laps de temps qu'il mette à descendre.

560. M. *Bourdier* a construit une nouvelle machine à l'aide de laquelle il note tous les instrumens de musique, quelles que soient leurs dimensions.

561. Les instrumens à vent, les instrumens à cordes, les carillons, occupent un espace considérable lorsqu'on veut les faire agir mécaniquement; les *timbres-fendus* ont donné le moyen de placer des mécaniques en musique dans les espaces les plus resserrés; ainsi on a adapté des musiques à timbre-fendu à des tabatières, à des montres, à des pommes de cannes, etc.

562. Le principe du timbre-fendu est facile à concevoir; l'on sait que si une lame d'acier mince et étroite, suspendue à un de ses bouts, est isolée sur toute sa longueur, elle produit un son harmonieux toutes les fois que l'on exerce une pression instantanée (d'une force suffisante) sur son extrémité isolée. Le son ainsi produit varie suivant la longueur de la lame; ainsi, si l'on a une rangée de vingt-quatre lames de longueur différentes on aura vingt-quatre sons différens qu'il sera facile d'accorder, en réglant ces longueurs de manière à avoir trois octaves fort justes. Il est évident qu'au lieu d'employer vingt-quatre lames séparées, l'on obtiendra le même effet en fendant huit lames chacune en trois parties qui se trouveront réunies à la queue de la lame qui doit être fixée, comme on le voit en *a a*, fig. 4, Pl. XVI. Cette disposition facilite les moyens de fixer solidement les queues des lames, en leur donnant une plus grande dimension; ce qui permet d'employer pour cet objet des vis *b b* à large tête.

563. Les pointes du cylindre noté *c c* produisent des pressions instantanées successives sur les petites lames d'acier qui, en résonnant tour à tour, exécutent avec beaucoup de précision

des morceaux de musique plus ou moins compliqués. Un barillet à ressort spiral *d* met en mouvement le cylindre *c c*, par l'intermédiaire d'un engrenage. Un autre engrenage qui communique avec celui-ci fait mouvoir rapidement un volant à palettes *v*, qui règle et modère la vitesse du mouvement.

564. Le levier *l* communique au cylindre *c c* le petit mouvement de translation horizontale nécessaire pour changer d'air. Le petit levier *r* sert à arrêter le mouvement, lorsque l'on veut que la musique cesse. L'extrémité de ce levier qui correspond au cylindre *c c* a la forme d'un crochet, lequel entre dans un trou foré à la face correspondante du cylindre, quand on fait agir le levier *r*, pour arrêter la machine ; ce même levier a une branche *s* qui retient alors le volant *v*.

CHAPITRE SECOND.

Des moyens mécaniques de fixer la pensée et d'en multiplier les communications.

565. Le premier moyen que l'homme ait imaginé pour transmettre ou fixer sa pensée, a été de tracer des signes symboliques, des figures, des caractères déterminés, sur le bois, sur les écorces d'arbres, sur des enduits de cire, sur les pierres, sur l'airain, et sur d'autres matières. Ces mêmes signes furent ensuite marqués, à l'aide d'une liqueur colorante, sur des étoffes, sur le papyre, sur le parchemin, sur le papier de coton, et enfin sur le papier de chiffon, dont on fait maintenant un si grand usage.

566. L'art d'inciser et de graver des inscriptions pour rendre durable la pensée, remonte à l'antiquité la plus reculée. Les Chi-

nois possèdent depuis un temps immémorial le procédé d'imprimer sur des étoffes légères des caractères tracés préalablement sur des morceaux de bois qu'ils enduisent d'encre, et qu'ils appliquent ensuite sur l'étoffe. Aux Indes, la fabrication des étoffes imprimées est extrêmement ancienne.

567. Il paraît que les Grecs et les Romains, plus versés dans les sciences, la littérature et les beaux-arts, que dans la pratique des arts industriels, ont ignoré l'art de l'impression qui était familier aux Orientaux. Cependant ils savaient tirer des empreintes en cire des entailles gravées sur pierres fines. On lit dans Plutarque qu'Agésilas, roi de Sparte, voulant animer ses soldats au combat, grava sur une petite plaque qu'il tenait dans le creux de sa main le mot *victoire ;* et qu'ayant adroitement pressé de cette main le foie d'un animal qu'on avait égorgé dans un sacrifice solennel, il montra à ces soldats émerveillés ce mot ainsi tracé, et ils crurent que c'était un prodige qui leur annoncait une victoire certaine.

568. L'art d'imprimer à l'aide de planches gravées ne fut mis en pratique en Europe que vers le commencement du quinzième siècle, et ne précéda l'invention de l'imprimerie que d'un petit nombre d'années. On prétend qu'*André*, de Murano, commença en 1412 à imprimer à l'aide de planches en cuivre gravées, *Laurent Coster*, que quelques auteurs ont appelé *Laurent Janson*, de Harlem, vers l'année 1420, imprima quelques livres avec des planches de bois. Cette méthode d'imprimer ne pouvait avoir qu'un usage très-borné, parce qu'un ouvrage étendu exigait un trop grand nombre de planches qui demeuraient inutiles pour tout autre ouvrage. En 1440 (environ), *Guttemberg*, *Faust* et *Schoeffer*, de Mayence, après avoir imprimé, avec des planches de bois gravées, un vocabulaire latin intitulé : *Catholicon*, ayant reconnu les inconvéniens de cette méthode, inventèrent

les lettres mobiles séparées les unes des autres, qu'ils firent d'abord en bois, les taillant et les polissant de leurs mains; enfin, *Schoeffer* s'avisa de tailler des poinçons et de frapper des matrices, pour avoir des lettres de métal fondu. Le premier ouvrage qui fut imprimé par ce procédé fut une Sainte-Bible, dont l'édition coûta beaucoup d'argent aux trois célébres inventeurs de l'imprimerie; car *Trithême* rapporte qu'ils avaient dépensé plus de quatre mille florins avant que les trois premières feuilles fussent imprimées.

569. En 1462, la ville de Mayence ayant été prise par Adolphe, comte de Nassau, qui lui ôta ses libertés et ses priviléges; les ouvriers imprimeurs s'enfuirent, à l'exception de *Guttemberg*, et portèrent leur industrie dans les diverses contrées de l'Europe.

570. Les arts du fondeur de caractères, de l'imprimeur, de la stéréotypie, du graveur sur cuivre, du graveur sur bois et de l'imprimeur en taille-douce, offrent une foule de détails dignes d'intéresser les hommes instruits, mais dont nous ne pourrions nous occuper sans sortir du cadre de cet ouvrage. Le volume intitulé : *Machines employées dans diverses fabrications*, contient un chapitre consacré aux diverses sortes de presses d'imprimerie, de lithographie et de gravure en taille-douce; le même volume contient ce qui est relatif à la fabrication du papier.

571. Il nous reste à rendre compte de quelques tentatives qui ont été faites pour suppléer, dans des cas particuliers, à l'imprimerie, par des procédés qui n'exigent que l'action d'un seul homme, lequel, sans apprentissage préalable, peut tirer avec célérité un petit nombre de copies d'un écrit quelconque, et cela en se servant de petits appareils portatifs.

Presses à copier les lettres.

572. On doit cette utile invention au célèbre *Watt*, auquel les arts sont redevables d'un grand nombre de découvertes importantes. Le procédé de *Watt* consiste à appliquer une feuille humide de papier mince et non collé sur une lettre fraîchement écrite, et à la soumettre ensuite à l'action d'une presse; par ce moyen la lettre est copiée avec autant d'exactitude que de célérité.

573. On peut se servir d'une presse ordinaire à plateau et à vis. *Bramah* a construit de petites presses hydrauliques destinées à cet usage; mais l'on se sert plus communément d'une petite presse à laminoir, portative, et construite à l'instar des presses employées par les graveurs en taille douce. Les deux cylindres de cette presse sont en cuivre; leurs tourillons traversent deux jumelles en fonte. Un levier est adapté à un des tourillons du cylindre supérieur qui reçoit l'action motrice.

574. De petits dessins réticulés sont imprimés avec une molette, sur la surface convexe des cylindres, qui de cette manière présentent de petites aspérités pour saisir plus facilement la planche de la presse, sur laquelle sont déposés les cartons avec les lettres et les feuilles prêtes à être copiés. Des vis règlent la pression.

575. Les jumelles sont fixées sur un fort madrier de chêne ou de bois d'acajou, que l'on pose sur une table à l'aide de deux agrafes à vis.

576. Pour se servir de cette presse, il faut avoir des feuilles de papier fabriqué à cet usage; on mouille légèrement une de ces feuilles, on prend la lettre à copier fraîchement écrite, on la pose sur un carton lissé à la cire; et, si elle est écrite des deux côtés, on mettra auparavant dessous une feuille de papier non collé humide, puis une autre feuille par-dessus; ensuite le second

carton ; enfin, une couverture de drap, qui est attachée dans une entaille faite à l'extrémité de la planche de presse. Alors on passe le tout entre les cylindres, et la copie est faite.

577. Comme l'épreuve doit nécessairement être en sens inverse, chaque feuille ne peut avoir que la copie d'une seule page. On couche cette épreuve sur une page d'un registre en papier blanc du même format que le papier à copie, et on attache les quatre coins avec un peu de colle à bouche ; le papier étant fort mince, on lit très-distinctement les caractères à travers.

578. Pour que cette opération réussisse avec toute la perfection désirable, il faut se servir d'une espèce d'encre dont voici la recette. — Prenez quatre pintes d'eau bien pure, une livre et demie de noix de galles d'Alep, une demi-livre de couperose verte (sulfate de fer) pilée, une demi-livre de gomme arabique et quatre onces d'alun de roche également pilés ; faites l'infusion à froid pendant six semaines ou un mois au moins, ayant soin de secouer le mélange tous les jours ; après ce temps on passera l'encre à travers un linge, et on la conservera pour l'usage dans des bouteilles soigneusement fermées.

On peut, par le procédé que nous venons d'indiquer, copier deux ou trois lettres à la fois.

Polygraphes ou ambotraces.

579. On a donné le nom de *polygraphes* ou d'*ambotraces* à des appareils qui donnent les moyens d'écrire simultanément, deux copies sur des papiers séparés.

580. Les polygraphes sont munis de deux plumes (dites sans-fin), fixées l'une et l'autre dans de petits tuyaux métalliques réunis par des traverses, en sorte que l'une des plumes suit exactement tous les mouvemens que la main de l'écrivain communique à l'autre.

Les deux feuilles de papier qui doivent être écrites, sont placées sur une espèce de pupitre composé de deux plans parallèles, distans d'environ quatre lignes, et dont l'un peut glisser librement sur l'autre.

Sur le premier plan est un châssis très-mince, s'ouvrant à charnière, pour permettre l'introduction d'une des feuilles de papier; sous ce châssis sont tendus des fils de soie qui espacent les lignes.

Vers le milieu de la longueur du premier plan est placée une pince formée par deux tringles de bois réunies, à charnière, pour assujettir l'extrémité inférieure de la seconde feuille de papier.

Le châssis formant le plan supérieur mobile est composé de quatre tringles de bois; celle de devant, étant partagée dans le sens de son épaisseur, forme une pince à charnière pour permettre l'introduction du papier de la copie, dont la partie inférieure aboutit à la pince du premier plan.

581. Les deux feuilles de papier étant placées sur leurs châssis, les plumes enchâssées dans leur support, et fixées à la hauteur convenable pour que les becs portent, l'un sur le papier de l'original, l'autre sur celui de la copie; alors l'on prend d'une main le tuyau dans lequel est engagée la plume inférieure; la main gauche reste libre et sert à faire mouvoir le châssis mobile qu'on attire à soi lorsqu'une ligne est tracée. Les fils de soie du châssis inférieur déterminent l'espace qu'a chaque ligne le châssis mobile, doit parcourir. Le peu de distance des plumes, permet d'embrasser du même coup d'œil les deux lignes tracées.

582. Les Anglais ont un polygraphe plus simple. Ce n'est autre chose qu'une grande feuille chargée d'un enduit noir. Cette feuille, étant repliée, on place entre ces deux parties une

feuille de papier ordinaire et une autre feuille de papier légèrement huilée. On écrit, sur le dos de la feuille noircie, avec un poinçon d'acier, et les caractères s'impriment à la fois sur le papier ordinaire et sur le papier huilé.

583. Le noir qui sert d'enduit à la feuille à calquer est tel, qu'une de ces feuilles peut suffire pour écrire cent cinquante lettres d'une page et demie. M. *J.-B. l'Hermite*, rue Notre-Dame-des-Victoires, n°. 34, fabrique de ces sortes de polygraphes. Pour 30 francs il donne un petit carton très-bien conditionné qui contient : 1°. plusieurs feuilles de papier préparées ; 2°. un poinçon d'acier ; 3°. une petite tablette de tôle vernie.

Méthode de Franklin *pour imprimer avec une grande célérité.*

584. Le célèbre *Franklin* fit des essais pour imprimer aussi vite qu'on écrit; sa méthode consistait à écrire sur du papier avec de l'encre gommée; il saupoudrait son écriture avec du sablon ou de la poussière de fer fondu pulvérisé et tamisé, il enfermait le papier entre deux planches; l'une de ces planches destinée à recevoir l'empreinte des caractères était de métal tendre tel que l'étain; l'autre était de pierre dure ou de fer : elles étaient soumises à l'action d'une presse, et l'écriture se trouvait gravée sur la planche métallique.

585. M. *Rochon*, ayant eu connaissance de la méthode de *Franklin*, proposa la modification suivante. On prend une planche de cuivre rouge vernissée selon la méthode des graveurs, et l'on écrit avec une pointe d'acier, qui enlève facilement le vernis partout où il agit ; on couvre ensuite, la planche, d'eau-forte, un peu affaiblie; on laisse l'eau-forte mordre le temps nécessaire pour inciser les lettres aussi profondément qu'on en a besoin; cette planche est alors gravée et on tire, par le moyen

de la presse à rouleau, autant d'épreuves qu'on en peut désirer.

586. Toutes ces copies ou épreuves sont sur le papier à contresens; pour les avoir dans le sens qu'on désire, on prend autant de feuilles de papier blanc mouillé que l'on veut tirer de copies; alors, tandis que l'encre de chaque épreuve est encore fraîche, on place alternativement une feuille de papier blanc sur chaque épreuve tirée, on met le tas ainsi disposé sous la presse, et dans un seul coup on obtient un certain nombre de contre-épreuves. Il est évident que cette méthode ne peut donner des copies ni aussi nettes, ni aussi régulières, ni aussi agréables à la vue que la gravure ordinaire. Cette considération détermina M. *Rochon* à rechercher un moyen mécanique capable de produire avec célérité une gravure régulière et satisfaisante, et en 1781 il mit au jour la machine suivante.

Machine à graver les caractères, par M. Rochon, Pl. XVII, fig. 1, 2 *et* 3.

587. Les caractères que l'on veut graver sont disposés en cercle sur une roue mobile *a a*, et amenés successivement sous une vis de pression *b*, qui les grave sur une planche d'étain A A. Cette planche a deux mouvemens de translation horizontale dans des directions perpendiculaires; l'un est destiné à espacer les lettres et les mots, l'autre à espacer les lignes; ces mouvemens s'exécutent de manière qu'on puisse aisément mettre, entre les lettres, les mots, ou les lignes, les distances que l'on jugera convenables, et que ces distances aient entre elles l'égalité la plus parfaite. La différente largeur des lettres était ici un obstacle : on sait que, pour que ces espaces soient égaux, il faut qu'ils ne soient pas constans, mais formés par un espace constant, plus un espace variable, proportionnel à la largeur de chaque lettre. La beauté de l'impression exige encore que ces espaces soient quelquefois un

peu altérés, afin que la *justification* soit parfaite, c'est-à-dire que les fins de ligne présentent à l'œil une droite bien continue. M. *Rochon* a surmonté cette difficulté par des moyens fort ingénieux, et il est parvenu en outre à porter avec célérité le caractère que l'on veut sous la vis de pression, dont il rend l'effet variable suivant l'étendue ou la complication de la lettre qui doit être gravée par son action, afin que les creux des différentes lettres soient également profonds.

588. La roue *a a* sert, comme nous l'avons dit, de support aux caractères qui sont gravés sur des poinçons d'acier qui traversent l'épaisseur de la roue vers sa circonférence. La roue *a a* (fig. 2 et 3) est formée de deux cercles égaux et parallèles 1 1 et 2 2; les poinçons qui sont indiqués par les chiffres 3 3 3 tiennent à un petit ressort qui tend à les soulever chacun de manière que la roue puisse tonrner librement, sans imprimer des traces défectueuses sur la planche A A soumise à l'action de la machine.

589. Sur le pourtour du cercle inférieur 2 2 de la roue *a a*, sont formés, (avec une très grande régularité) autant d'entailles angulaires que la roue a de poinçons : ces entailles auxquelles correspond une détente *c c*, *f*, servent à fixer inaltérablement la roue *a a* toutes les fois que l'on veut graver une lettre. La détente est composée : 1°. d'un couteau en acier qui entre dans le fond de chaque entaille, lorsqu'il faut fixer la roue *a a*, et qui en sort quand on veut la dégager; 2°. d'une suite de leviers qui servent à mouvoir le couteau *f;* ils passent sous la table T T qui soutient la machine, et leur direction est indiquée par les lettres *c c*, *d* (fig. 1). Les leviers de la détente aboutissent à une manivelle *l* (même figure), qui s'élève perpendiculairement au-dessus de la table T T, en traversant une cavité *m m*, qui lui permet un libre mouvement horizontal. Ce mouvement, transmis au couteau *f* par l'intermédiaire des leviers *c c*, *d*,

dégage ce couteau ou l'engage dans une des cavités de la roue *a a*.

590. Les entailles angulaires doivent être évasées et avoir une profondeur d'environ un demi-pouce ; il est utile qu'elles soient aussi larges que la grandeur de la circonférence de la roue peut le comporter ; cette dernière circonstance permet de fixer avec autant de promptitude que d'exactitude la roue *a a ;* car, aussitôt que le couteau de la détente est entré dans une des entailles, il ramène sur-le-champ la roue à une position exacte, en pénétrant jusqu'au fond de l'entaille, qui est un point fixe et inaltérable. L'emplacement des entailles est déterminé d'après la nature du poinçon qui lui correspond, pour que ce poinçon, en se plaçant sous la vis de pression, ait la position exacte qui lui convient.

591. Nous venons de voir comment on fixe la roue *a a*, et comment on la dégage à l'aide d'une détente ; examinons maintenant par quel mécanisme la roue est mue (fig. 1). Une tige horizontale *x*, *y*, reçoit à son extrémité *y* un mouvement de rotation qui lui est communiqué par les doigts du graveur ; ce mouvement est transmis à la roue *a a*, par l'intermédiaire de l'engrenage *z ;* ce même engrenage agit sur une crémaillère *w*, qui fait mouvoir la règle *h* servant d'index. Ainsi veut-on imprimer un M, on commence par dégager la détente, puis on fait tourner la roue *a a*, par le mécanisme que nous venons d'indiquer, autant qu'il le faut pour que la lettre M gravée sur l'index corresponde à un point fixe déterminé ; alors la détente agit pour que la roue *a a* soit fixée.

Le tout étant ainsi disposé, il faut que le poinçon de l'M reçoive un mouvement de percussion afin que le caractère soit imprimé sur la planche soumise à la machine. La force de percussion doit varier suivant la forme des lettres ; ainsi un *i* exige

moins de force qu'un M. Voici comment M. *Rochon* est parvenu à proportionner cette force à la nature d'une lettre quelconque.

592. L'axe de la vis de pression *b* porte une poulie *m m* (fig. 1 et 2) sur laquelle passent deux chaînes enveloppées en sens contraire, dont l'une est fixée à la circonférence de la poulie verticale *d*, et l'autre à une poulie semblable *g*. Une manivelle *u*, adaptée à la poulie *d*, sert à mouvoir les poulies et conséquemment la vis de pression *b*. A l'axe de la poulie *d* est adaptée une poulie plus petite *q*, qui porte un contre-poids suspendu à une corde. Un autre contre-poids est suspendu à la fusée *p*. Cette fusée, fixée sur l'axe de la poulie *g*, sert à régler convenablement la force de pression; car pour augmenter ou diminuer la pression, il suffit de faire passer la corde d'une gorge sur une autre dont le diamètre sera plus grand ou plus petit.

593. L'index R sert à régler la course du chariot A A, qui supporte la planche, dans le sens transversal, pour fixer la longueur des lignes. Le chariot est formé de deux coulisses à rainures qui se croisent perpendiculairement.

Chacun de ces châssis est traversé par une vis qui, en tournant, l'attire ou le repousse sans qu'il puisse éprouver aucune déviation. Des engrenages munis de cliquets transmettent le mouvement aux deux vis dont il s'agit. Les cliquets sont indispensables pour que la planche ne puisse rétrograder.

594. Le mouvement latéral de la planche ne peut être réglé que sur l'inégale largeur des différens caractères : cette considération a conduit M. *Rochon* à fixer à l'index *h*, de petites chevilles dont le nombre est égal aux divisions qui correspondent aux différens poinçons. Ces chevilles qui ne sont point marquées dans les figures, limitent la marche de la manivelle qui fait mouvoir l'engrenage de la vis de rappel.

L'ingénieuse machine de M. *Rochon* pourrait servir à exécuter des éditions gravées, avec beaucoup plus de célérité et beaucoup moins de dépense qu'en les gravant à la main. Elle a l'avantage précieux, dans plusieurs circonstances, de pouvoir être employée par tout homme intelligent et adroit, sans qu'on soit obligé d'avoir recours à un ouvrier d'une profession particulière.

595. Cette machine peut être très-utile dans les armées, sur les vaisseaux, dans les bureaux, pour l'impression d'ordres, d'instructions, etc. Elle ne peut, sans doute, avoir ni la même célérité que l'imprimerie, ni une égale facilité pour les remaniemens et les corrections; mais elle donne le moyen de tirer les exemplaires au fur et à mesure que l'on en a besoin. Elle pourrait servir à graver les lettres sur les cartes de géographie, et sur les planches qui ont rapport aux sciences et aux arts.

596. M. *Rochon* a présenté à l'Académie des Sciences une description de sa machine, exécutée avec l'instrument même, et on trouve, à la fin de l'ouvrage de M. *Rochon*, intitulé *Recueil de Mémoires sur la mécanique et la physique*, une page gravée par cette machine.

Instrumens, pour écrire, à l'usage des aveugles.

597. *Franklin* faisait usage de feuilles d'ivoire fort-minces, pour écrire sans lumière la nuit; il introduisait une de ces feuilles sous un cadre dont la partie supérieure avait des fentes longitudinales et parallèles qui servaient de guide à la plume.

Un moyen plus simple pour faciliter l'écriture pendant la nuit, consiste à rouler un papier sur lui-même et à aplatir ce rouleau. On écrit sur le papier ainsi plié avec un crayon; la main conduite par chaque pli forme une ligne.

598. Le docteur *Guillié*, dans son *Essai sur l'Instruction*

des aveugles, a décrit l'appareil de M. *Hauy*, à l'usage des aveugles. Un papier est posé sur un châssis garni d'une suite de fils de laiton parallèles et également espacés ; l'aveugle écrit en relief sur ce papier, en traçant fortement les caractères avec une plume de fer sans encre.

599. La fig. 3, Pl. XV, représente un pupitre à l'usage des aveugles, que M. *Julien*, son auteur, a nommé *cœcographe*. La feuille de papier *a* est fixée sur un châssis *c c*, par une bande *b* de laiton à charnière et garni en dessous de deux pointes. Le châssis *c c* est mobile, il est retenu entre deux coulisses *n n*, qui l'empêchent de dévier.

La main de l'aveugle est guidée par une barre fixe *d*, laquelle porte une branche perpendiculaire *g*, qui se meut le long de la barre, et que l'on fixe à l'aide d'une vis de pression *h*. Cette branche est destinée à arrêter la main à la fin de chaque ligne écrite.

600. Voici comment on se sert de ce pupitre. On fixe la feuille de papier *a*, on place la branche *g* au point convenable. On fait descendre le châssis mobile, de manière que la barre *d* corresponde à l'endroit où la première ligne doit commencer. Quand cette première ligne est écrite, il faut faire remonter le châssis mobile; pour cela, on pousse un bouton *l*, qui, à l'aide d'une tringle à laquelle il correspond, éloigne le cliquet *q* de la crémaillère *p p*; on fait alors remonter le châssis d'un cran, après quoi le cliquet, poussé par un ressort, s'engage dans le cran suivant. Le bruit qu'occasione le froissement du cliquet contre chaque cran, avertit l'écrivain de ne pas monter la planche de plus d'une ligne à la fois. Cependant il peut à volonté mettre entre les lignes la distance que l'on juge convenable, puisqu'elle peut être réglée par le nombre de chocs du cliquet contre les crans de la crémaillère.

601. Le pupitre est garni d'un maroquin sous lequel plusieurs feuilles de papier, collées par les bords seulement, forment coussinet, sans que la surface cesse d'être parfaitement unie. On a soin d'entretenir l'encre dans l'écritoire *y*, à la hauteur jugée nécessaire pour l'immersion du bec d'une plume ordinaire ; une cavité *z* est destinée à recevoir les plumes.

CHAPITRE TROISIÈME.

Des signaux et télégraphes.

602. Les anciens faisaient usage de deux moyens de transmettre avec une grande célérité des avis et des communications à de grandes distances. Le premier moyen fut particulièrement employé par les Égyptiens. Ce peuple industrieux a su tirer parti du tendre et constant amour qui rend si intéressante la famille des volatiles, emblème de la fidélité conjugale. Les colombiers servirent de télégraphes, et les pigeons devinrent des messagers dont la célérité égalait la fidélité.

603. Pour obtenir ce résultat étonnant, il suffisait de séparer un pigeon de sa compagne chérie, de le transporter à l'endroit d'où devait partir la dépêche, de le tenir captif jusqu'au moment d'en faire l'expédition ; alors on attachait un billet au cou de l'animal qui, devenu libre, partait soudain et traversait avec une rapidité extrême l'espace qui le séparait de l'objet de son amour.

604. Le second moyen de communication accélérée consistait dans des signaux formés par la fumée ou bien par des flambeaux. *Polybe* nous donne l'indication de plusieurs espèces

de signaux par des feux dont les anciens se servaient : 1°. c'étaient de grands feux que l'on allumait sur des lieux élevés et qui se correspondaient. Persée recevait en Macédoine des avis de toutes ses provinces, par de semblables signaux. Il existe encore en Suisse, en Italie, et dans quelques autres contrées, d'anciennes tours placées sur des éminences pour servir aux signaux, par le feu, en cas d'invasion ou d'accidens désastreux ;

2°. Des flambeaux, dont on cachait ou l'on rendait visible la flamme produisaient un certain nombre d'indications. *Homère* et *Pausanias* font mention de signaux de torches employés par *Palamède* et par *Sinon* pendant la guerre de Troie ;

3°. Huit chaudières pleines d'huile servaient à allumer des feux à l'aide de petites branches ou de la paille. Le nombre des chaudières enflammées désignait la place numérique d'une des vingt-quatre lettres de l'alphabet grec, que l'on suposait rangées sur trois lignes de huit lettres chacune ; un, deux ou trois feux, placés à quelque distance des chaudières, désignaient dans quelle ligne devait être prise la lettre que l'on voulait signaler ;

4°. *Polybe* décrit de la manière suivante une invention ingénieuse d'un certain *Ænéas*, tacticien :

Plusieurs personnes se placent à de grandes distances dans la direction même où les avis doivent être communiqués, chacune avec une chaudière de même grandeur et contenant une même quantité d'eau. Sur les côtés de chaque chaudière est un trou égal dans toutes, et sur l'eau flotte un morceau de liége auquel on fixe un bâton perpendiculaire, divisé par parties également éloignées les unes des autres. Aux divisions correspondantes de chaque bâton sont attachés des morceaux de papier contenant les mêmes avis, rapports, ordres, etc. Toutes les personnes sont munies de torches ; lorsque la première élève sa torche, elle

débouche en même temps le trou du vase; la seconde élevant aussi sa torche en fait autant; et ainsi de suite à chaque station. Quand l'eau du vase est assez écoulée pour que la division qui porte l'avis corresponde à une certaine marque, la première personne baisse sa torche et remet le bouchon; les autres en font autant, et se trouvent ainsi connaître ce que la première a voulu faire savoir.

605. Indépendamment des signaux par le feu, les anciens avaient des signaux à l'aide de drapeaux et des signaux sonores : ils les désignaient par les noms de *symbola*, *synthemata*, *semeia*, *orata*. Diodore de Sicile raconte que les Perses, par une suite de cris répétés, envoyaient des nouvelles à trente journées de distance.

606. L'invention de la poudre à canon et des bouches à feu fournit une troisième sorte de signaux, précieuse pour la navigation. Un Anglais, M. *Filzgerald*, a proposé un moyen bien simple d'augmenter l'effet de cette sorte de signaux; il suffit d'adapter une trompette marine à l'extrémité d'une arme à feu, comme on le voit Pl. XVIII, fig. 7. Cette figure représente un pistolet dont le bout *a* forme une vis qui entre dans un écrou *b*, placé au bout rétréci de la trompette C.

607. En 1799, des expériences furent faites à Wolwick pour constater l'effet de cette invention, et il en est résulté qu'une trompette, adaptée à l'extrémité d'un fusil de munition, rendait le bruit du coup de ce fusil égal en force à celui que produit un canon de neuf livres de balle.

608. On conçoit que cette méthode peut fournir des applications utiles en bien des cas, soit sur mer, pour des signaux de détresse, soit sur terre, pour effrayer les malfaiteurs qui tenteraient une escalade, soit en temps de guerre, pour tromper l'ennemi par une canonnade simulée.

609. Les trompettes que nous venons d'indiquer doivent être en cuivre, et avoir la solidité requise pour ne pas compromettre la sûreté des personnes qui les emploieraient.

610. Un nommé *Dom Gautkey* a proposé d'employer des tubes très-longs pour transmettre promptement les avis, en criant à travers ces tubes. Cette idée lui fut suggérée par des expériences sur la propagation du son, au moyen de tuyaux de mille toises de long, appartenant à la conduite d'eau de la machine à vapeur établie à Chaillot. *Dom Gautkey* pensait qu'au moyen de cent cinquante tubes et de cent cinquante personnes, l'on aurait pu faire parvenir des avis à la distance de cent vingt-cinq lieues.

611. *Kircher* avait imaginé un moyen ingénieux de correspondance, mais d'une exécution difficile. Son procédé consiste à former, avec du papier ou avec quelque autre matière opaque, des lettres qui, collées sur des miroirs exposés au soleil ou à quelque autre lumière, devaient exprimer des phrases par leur ombre sur un mur ou un plan quelconque; les rayons lumineux reportés sur ce plan, au moyen d'un verre convexe, y dessineraient l'ombre des lettres.

612. Les méthodes de correspondance que nous venons d'indiquer, ainsi que plusieurs autres qui ont été proposées en divers temps, sont très-limitées, et ne remplissent leur but que d'une manière imparfaite. C'est à M. *Chappe* qu'est due la gloire d'avoir trouvé une machine très-simple, d'une manœuvre facile, qui transmet avec autant de sûreté que de célérité les avis les plus circonstanciés. Quelques personnes croient que le journaliste *Linguet* a imaginé, en 1782, un télégraphe analogue à celui de *Chappe*; mais les données sur lesquelles ils fondent leur opinion sont vagues et douteuses.

Télégraphe de Chappe, Pl. XVIII, fig. 1.

613. Cette importante et belle invention a été mise en usage dans les premières années de la révolution : elle a beaucoup contribué aux succès étonnans qui ont couronné les armes françaises à cette époque. Elle établit une communication, pour ainsi dire, immédiate entre le gouvernement et les armées, et donne souvent les moyens de maîtriser les événemens, en les soumettant à une prompte détermination.

614. Le télégraphe de *Chappe* est composé de trois pièces mobiles, ou *indicateurs*, *a a*, *b*, et *c*. Les diverses positions relatives que l'on fait prendre à ces trois pièces constituent l'essence de cette machine. Le centre de rotation de la *barre tournante a a*, se trouve exactement dans le milieu de sa longueur; elle peut décrire autour de ce centre un cercle entier. Les deux autres pièces ou *bras*, *b* et *c*, sont adaptées aux extrémités *x* et *z* de la barre *a a*, et c'est autour d'un de ces points que chacune d'elles peut décrire un cercle entier, quelle que soit la position de la barre *a a;* ainsi donc les *bras b* et *c* accompagnent inséparablement la barre principale *a a* dans sa rotation, et de plus ils ont un mouvement particulier qui leur donne la faculté de faire un angle quelconque avec cette barre.

615. Les divers mouvemens que l'on communique aux trois pièces que nous venons d'indiquer, produisent 196 configurations différentes, à chacune desquelles on peut attacher une signification convenue.

616. Le mécanisme qui communique le mouvement à la barre tournante et aux deux bras du télégraphe aboutit à une sorte de manivelle composée, comme la partie supérieure du télégraphe, de trois parties mobiles, et disposées de la même

manière. Cette manivelle représente exactement les mêmes positions que son mouvement imprime aux indicateurs.

617. Cette ingénieuse disposition permet à l'*opérateur* de faire agir le télégraphe sans être obligé de regarder en haut pour voir les mouvemens des indicateurs, et il est toujours certain que l'effet qu'ils produisent est le même que celui qui a lieu en bas sous ses yeux; il peut conséquemment opérer, quoique enfermé dans le cabinet qui environne ordinairement le pied du télégraphe.

618. La construction de la manivelle composée qui fait agir le télégraphe, peut varier de plusieurs manières. En voici une dont l'intelligence est facile, en examinant les fig. 5, 6, Pl. XVIII. La fig. 5 est une élévation, la fig. 6 un plan. Un cadre de fer *x x* renferme deux poulies tournantes 1, 2, munies chacune d'une manivelle ordinaire 3, 4, et deux poulies de renvois 5, 6. Une cinquième poulie *y* est adossée fixement au cadre *x x*, et elle ne peut se mouvoir indépendamment de ce cadre, dont l'axe de rotation est formé par un boulon *z*, qui traverse le montant A du télégraphe.

La poulie *y* correspond à une poulie semblable fixée à l'axe de la barre tournante *a a*, fig. 1; de sorte que si l'on fait passer une corde sans-fin sur ces deux poulies, qui doivent avoir exactement le même diamètre, et si l'on suppose que le cadre *x x* de la manivelle (fig. 5 et 6) soit parallèle à la barre *a a* (fig. 1), il est évident que l'on ne peut faire tourner ce cadre sans qu'un mouvement semblable ne soit imprimé à la barre; et l'un et l'autre conserveront leur parallélisme.

619. Des poulies égales à celles marquées 1, 2, 5, 6 (fig. 5 et 6) sont adaptées à la barre *a a* (fig. 1), dans les points désignés par les mêmes numéros. Les poulies 1, 2 sont fixées aux bras *b* et *c*; les poulies 5, 6 dirigent les cordes sans-fin, qui pas-

sent sur les poulies 1, 2 et sur les correspondantes de la manivelle composée. On voit par cette disposition que le mouvement circulaire que l'on imprime aux manivelles 3, 4 (fig. 5), doit être semblable à celui que les cordes sans fin transmettent aux bras *b*, *c* (fig. 1), et que les angles que feront les manivelles avec le cadre *x x* (fig. 5) seront égaux à ceux produits par la position des bras respectivement à la barre tournante *a a* (fig. 1).

Télégraphe pour la marine.

620. Le télégraphe de *Chappe* ne donne que 196 signaux ; ce nombre n'est point suffisant pour les commandemens de marine, qui, suivant la tactique de *Buor,* en exigent 361.

621. En employant des drapeaux pour faire ces sortes de signaux, il faut vingt pavillons, cinq guidons et huit flammes. M. de *Missiessy* a publié en 1786, un ouvrage intitulé : *Signaux de jour, de nuit et brune, à l'ancre et à la voile;* imprimé par ordre du roi.

622. Parmi les mécaniciens qui ont proposé des télégraphes susceptibles de servir aux signaux maritimes, on doit citer avec éloge MM. *Breguet* et *Bétancourt :* leur télégraphe fut placé sur l'Observatoire de Paris, et essayé avec succès. Il résulte d'un rapport fait à l'Institut, le 21 germinal an 6, que ce télégraphe était susceptible de donner 36 signaux simples, 1,290 doubles, et 43,860 combinaisons, à l'aide de trois signaux combinés.

623. MM. *Laval* et *Moncabrié* ont ensuite proposé un nouveau télégraphe, auquel ils ont donné le nom de *vigigraphe,* qui exécute avec célérité 999,999 combinaisons, ou un million de signaux moins un.

Ce télégraphe résulte de trois parties semblables ; une de ces parties est représenté fig. 4, Pl. XIX. Le support A A

étant disposé en échelle à jour, disparaît dans l'éloignement pour ne laisser apercevoir que les indicateurs *b*, *c*, *d*, *e*, deux desquels *b* et *d* sont fixes, et les deux autres mobiles.

624. La fig. 2 indique les dix positions principales des indicateurs mobiles qui correspondent aux nombres 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Les auteurs du vigigraphe ont cru qu'il était convenable que la correspondance télégraphique ne fût établie que par des nombres dont la signification peut toujours être changée à volonté, et ne pas être comprise par les agens intermédiaires.

625. Les indicateurs mobiles *d* et *e* sont mus à l'aide d'une corde sans-fin *ff*, qui passe sur les quatre poulies *g g g g*. Cette corde porte sur sa longueur de petites plaques où sont tracés des chiffres, chacun desquels, lorsqu'il correspond au repère *h*, marque que les indicateurs se trouvent dans la situation convenable pour signaler ce même chiffre.

626. Chaque station télégraphique devait, suivant le système de MM. *Laval* et *Moncabrié*, avoir trois appareils semblables à celui que nous venons d'indiquer, et ils devaient être placés à la distance d'environ 10 pieds l'un de l'autre. Le premier appareil sert pour les unités, celui à côté pour les dizaines, et l'autre pour les centaines; de sorte que ces trois appareils donnent 999 signaux. Les auteurs ont imaginé d'appliquer les règles de l'arithmétique décimale à leur vigigraphe, pour obtenir 999,999 signaux ; à cet effet, ils se sont servis d'un indicateur mobile placé sur un chariot à coulisse (qui n'est point marqué dans la figure). Cet indicateur fait l'office de la virgule qui distingue les entiers des décimales, et peut passer successivement à la gauche des colonnes des unités, des dixaines ou des centaines, et rendre de cette manière, suivant le principe décimal, les nombres indiqués, dix fois, cent fois ou mille fois plus

petits. Pour exprimer, par exemple, le nombre 543,631, on signale d'abord à la manière ordinaire 543, puis on fait passer l'*indicateur-virgule* à la gauche de la colonne des centaines, et enfin on signale le nombre 631.

627. Le système du vigigraphe est fort ingénieux, mais il a le défaut de manquer de simplicité et d'exiger un emplacement trop vaste : ces motifs ont fait préférer, pour l'usage de la marine, le télégraphe à quatre bras, dont M. *Depillon* est l'inventeur.

628. Ce télégraphe, de la plus grande simplicité, est représenté Pl. XIX, fig. 1 et 3. Il est composé d'un mât vertical A A, le long duquel sont placés quatre bras tournans *b, c, d, f*. L'axe de chacun des bras porte une poulie sur laquelle passe une corde sans-fin, qui aboutit à une poulie *m*, placée au pied du mât, et qui est mue par une manivelle *p*.

629. Chacun des bras prendra huit positions bien distinctes, savoir, deux verticales, deux horizontales et quatre inclinées de 45 degrés par rapport au mât. Sur ces huit positions, les deux verticales se confondront avec le mât et ne pourront compter que pour une. Le nombre total des signaux que l'on peut obtenir avec les quatre bras est de 2401.

630. Ce télégraphe pourra servir pendant la nuit en adaptant à chaque bras trois lanternes qui, étant suspendues à des pivots tournans, se maintiendront toujours dans une position verticale.

631. M. *Edelkrantz* a imaginé un télégraphe de nuit, représenté Pl. XV, fig. 4. Le châssis vertical *a a* sert de support à un certain nombre de lampes indiquées par les lettres *b b b b b*; chacune d'elles est entourée d'un cylindre de fer-blanc auquel correspond un des fils *c c c*.

Ces fils, qui traversent les barres *d d* et *f f*, sont terminés au-dessous de cette dernière par des boutons *m m*; ils sont

disposés de manière que lorsqu'on tire un de ces boutons, le cylindre qui y correspond se soulève et la lampe est découverte; le poids du cylindre le fait retomber aussitôt qu'on lâche le bouton.

632. Le nombre et la position des lampes que l'on découvre successivement, forment plusieurs séries de figures lumineuses, auxquelles on attache des significations déterminées.

633. Ce télégraphe nocturne nous paraît recommandable par la simplicité de sa construction, par la facilité de sa manœuvre, et surtout parce que les signaux qu'il produit sont très-distincts.

Télégraphes militaires.

634. Il est extrêmement utile qu'une armée ait à sa disposition des télégraphes portatifs au moyen desquels le général en chef puisse transmettre les ordres avec la plus grande promptitude, et qui servent à prolonger les lignes télégraphiques permanentes lorsqu'une armée entre en pays ennemi. Les télégraphes portatifs doivent être très-simples, peu volumineux, en un mot tels qu'on puisse les monter et les démonter en très-peu de temps. Le télégraphe de *Depillon* (628) remplit ces conditions d'une manière satisfaisante; il est très-simple, son service n'est nullement pénible, un quart d'heure peut suffire pour le monter ou le démonter sur le terrain. On forme le mât de plusieurs pièces qui s'emboîtent l'une dans l'autre pour la facilité de le placer sur des charrettes.

635. Le télégraphe représenté Pl. XVIII, fig. 2, est de l'invention de M. *Edgeworth*. Il est très-léger; deux hommes peuvent le monter en cinq minutes, et le démonter avec une égale promptitude. Lorsqu'il est démonté ses pièces n'occupent qu'un petit espace.

L'indicateur du télégraphe de M. *Edgeworth* est un triangle en toile A tendue sur les bras 1, 2, 3, et d'un treuil *a*, qui est formé par un axe creux en fer-blanc et qui à la forme de deux cones tronqués assemblés par leurs bases; deux chevalets ployans *b b* soutiennent le télégraphe, et le tout est arrêté par des cordes fixées à des piquets comme on le voit fig. 2.

636. La hauteur totale de la machine montée et prête à travailler est de 6 à 8 pieds. La distance à laquelle des télégraphes de cette espèce se correspondent ne peut être que de 1600 à 1800 toises. L'observateur placé à chacun d'eux doit être muni d'une lunette posée sur un pied triangulaire semblable à celui des planchettes. Ce télégraphe n'est susceptible que des huit positions qui sont indiquées fig. 3 et 4; chacune d'elles exprime une signification déterminée.

Signaux permanens à l'usage de la marine.

637. Les signaux permanens sont de deux espèces : les uns, nommés *Balises*, servent à indiquer aux navigateurs les écueils et les endroits périlleux; les autres indiquent aux navires pendant la nuit les directions qu'ils doivent suivre.

638. La fig. 9, Pl. XVIII, représente une balise ordinaire, qui n'est autre chose qu'un corps flottant attaché à des chaînes d'amarrage. Ces balises, dont la position est oblique, ont l'inconvénient d'être presque invisibles par la réflexion du soleil ou de la lune, et souvent même par une légère brume. M. *Longan*, réfléchissant à ces inconvéniens, a imaginé la balise représentée fig. 8, Pl. XVIII, à laquelle il a donné le nom de *pyramide maritime*; cette balise jouit de la propriété de n'être point sujette, comme les anciennes, à l'immersion par la force du courant réunie à celle de la marée; la forme de sa partie inférieure *a* est telle, que la force du courant tend à la soulever; d'où il suit que

la même cause qui produit la submersion totale des balises ordinaires tend à augmenter l'élévation de la pyramide maritime.

639. M. *Longan* à imaginé un moyen d'avertir les vaisseaux dans un temps brumeux des dangers qui les menacent; ce moyen consiste à suspendre dans l'intérieur de sa pyramide maritime une cloche autour de laquelle seront disposées des boules attachées à des chaînes qui, à la moindre agitation des vagues, frapperont la cloche, dont le son pourra être augmenté au moyen de *porte-voix p p*.

640. La pyramide maritime pourra devenir un asile pour les malheureux naufragés. Plusieurs balises de cette espèce ont été construites en Angleterre : on leur donne ordinairement 22 pieds d'élévation, et 10 pieds de diamètre dans l'endroit le plus large; leur immersion est de 21 pouces, et elles sont amarrées à de fortes chaînes.

Phares.

641. On a donné le nom de *phares* à des tours fort élevées placées à l'entrée des ports, pour y allumer pendant la nuit des feux qui puissent guider les navigateurs.

La célèbre tour que Ptolomée Philadelphe fit ériger dans l'île de *Pharos* a donné origine à la dénomination de *phares*, pour exprimer les fanaux placés au sommet des tours.

D'après les descriptions que les anciens auteurs nous ont laissées de ce grand monument, il résulte que ses fondemens reposaient sur une roche contre laquelle les flots de la mer se brisaient. Sa hauteur était de plus de 500 pieds; son diamètre à la base était d'environ 250 pieds. Cette tour avait plusieurs étages, dont le diamètre diminuait progressivement; elle était construite en pierre de taille, solidement cramponnée.

642. Les appareils d'éclairage à l'usage des phares ont reçu

depuis quelques années de grandes améliorations, dues spécialement à M. *Bordier*, successeur d'*Argand*, qui a substitué, aux anciens feux, des lampes à miroir parabolique. En 1807, des expériences comparatives furent faites au Havre, par ordre du gouvernement, pour constater l'utilité du système d'éclairage de M. *Bordier*; le résultat de ces expériences est que, à égalité de circonstances, le nouvel appareil, comparé à l'ancien, donne pour l'intensité des lumières le rapport de 5 à 4, et pour la quantité du combustible brûlé, le rapport de 2 à 9. Mais on a remarqué que le nouveau système d'éclairage ne pouvait remplacer avantageusement l'ancien, qu'en formant avec ces réverbères des feux à éclipse, attendu qu'il résulte de la nature même de la surface paraboloïde que les faisceaux lumineux, étant constamment parallèles aux axes de cette surface, forment entre eux des parties angulaires, dans lesquelles les observateurs ne reçoivent que peu ou point de lumière. Cet inconvénient peut occasioner des incertitudes dans la manœuvre que doivent exécuter les marins aux abords des côtes, et être préjudiciable à la sûreté de la navigation.

643. Ce motif a déterminé M. *Bordier* a adopter la méthode des fanaux *à éclipse*, proposés précédemment par *Argand*. Suivant ce système, un nombre déterminé de lampes à miroir parabolique, est adapté à une plaque verticale tournante, à laquelle un engrenage, disposé comme celui d'une horloge de clocher, communique le mouvement produit par la descente d'un poids moteur. La plaque tourne régulièrement et complète toutes ses révolutions en des temps égaux et déterminés; elle présente la lumière du fanal avec tout son éclat lorsque le plan de la plaque se trouve dans une position perpendiculaire au rayon visuel de l'observateur; puis la lumière diminue progressivement, s'annule, reparaît faiblement, augmente, et enfin reprend

son éclat total. La série de variations se renouvelle à chaque révolution. Ce mode d'éclairage, loin d'être un inconvénient, présente l'avantage précieux d'indiquer exactement aux marins (pour la durée des éclipses, déterminée et connue pour chaque phare), devant quel côte ils se trouvent; de sorte que ces fanaux *à éclipse* deviendront des télégraphes-permanens-nocturnes d'une très-grande utilité.

644. Un fanal *à éclipse* faisait partie de la magnifique exposition que le public a admirée au Louvre en 1819. Il est placé maintenant au sommet d'un des piliers de l'arc de triomphe que l'on érige à la barrière de l'Étoile; là, on continuera la série d'expériences commencées l'année passée sur le belvédère des Montagnes-Beaujon.

Signaux pour donner l'éveil en cas d'accidens.

645. M. *Smith*, de Londres, a obtenu en 1802, une patente pour un appareil destiné à faire agir une sonnerie en cas d'incendie, ou bien en cas d'atteinte de malfaiteurs.

L'invention de M. *Smith* est très-simple, elle consiste en une sonnerie munie d'un fort timbre. Des fils partent des portes, des fenêtres et en général des endroits où l'on peut craindre des accidens; ces fils disposés de la même manière que ceux des sonnettes ordinaires, aboutissent à la sonnerie, et chacun d'eux est attaché à une détente qui, étant libre, laisse agir un poids ou un ressort, lequel met en mouvement la sonnerie.

646. La nuit on a soin d'attacher les fils aux portes ou aux fenêtres. Il est évident que, si un des fils se brise ou se brûle, la détente à laquelle il est attaché agira, le réveil sonnera et avertira du danger.

Pistolet à réveil de M. Régnier.

647. Ce pistolet de poche est muni, dans sa partie postérieure, d'une griffe à vis de pression, pour maintenir le pistolet solidement sur une tablette ou sur tout autre objet auquel on veut le fixer.

Un arrêt à coulisse retient le chien pendant qu'on dispose le pistolet et toutes les fois qu'on veut l'empêcher de partir.

Une double détente à bascule est destinée à faire partir le coup, lorsqu'on agit sur un cordonnet de coton qui est attaché à un crochet; ce cordonnet de 10 à 12 pieds de longueur, a plusieurs nœuds à son extrémité pour qu'on puisse régler facilement le degré de tension qu'il doit avoir; l'autre bout est arrêté à un clou ou à un crochet enfoncé dans le parquet ou dans un mur; il forme ainsi une barrière qui ne peut être traversée dans l'obscurité sans faire partir le pistolet.

648. Le pistolet de M. *Régnier* peut être placé derrière une porte, devant une croisée, à une caisse de recette ou à une voiture chargée de bagage; son but n'est que d'effrayer le voleur et de donner l'éveil. A cet effet le canon ne doit jamais être chargé qu'à poudre et bourré avec du feutre, du crin ou du liége.

649. Il faut indispensablement que la direction du cordonnet soit toujours inclinée en bas, car sans cela la détente ne pourrait pas baisser, et par conséquent le pistolet ne partirait pas.

M. *Régnier* a ajouté à son pistolet une autre partie fort utile; c'est une bougie, qui s'allume lorsque le coup part. On perce cette bougie avec une petite broche chaude pour y insérer une mèche à filamens sulfureux. Ces filamens doivent être isolés près de l'amorce; alors cette mèche prend feu sans manquer.

650. Le pistolet de M. *Régnier* peut être employé comme

briquet, en mettant une amorce au bassinet et une mèche de communication à la bougie. Si l'on fait communiquer ce briquet à une pendule à réveil, on pourra avoir de la lumière à une heure déterminée.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Mécanismes qui facilitent la détermination des quantités diverses.

651. On sait que le mot *quantité* renferme la désignation de tout ce qui est susceptible d'augmentation ou de diminution; ainsi le temps, l'espace, le poids, etc., sont des quantités.

Il est rare que l'entendement puisse, à lui seul, sans le secours de moyens mécaniques, déterminer avec exactitude les valeurs et les rapports des quantités diverses. Si, par exemple, l'homme n'avait inventé les clepsidres, les gnomons, les horloges, il n'aurait pu savoir que d'une manière vague et incertaine, quelle est à un moment déterminé la fraction de la journée qui s'est écoulée. Il ne lui serait pas possible, sans balances, de connaître le poids respectif des divers corps; et, sans instrumens de géodésie, il ne saurait mesurer les distances inaccessibles.

652. Nous ne pouvons examiner ici qu'une petite partie des méthodes artificielles qui facilitent la détermination des quantités diverses; car celles qui ont rapport à la physique, à l'astronomie et à la géodésie, feront l'objet d'un ouvrage spécial que nous nous proposons d'offrir par la suite au public; et nous croyons inutile de traiter de celles dépendantes de l'horlogerie,

parce qu'elles ont été amplement décrites par *Berthoud*, qui réunissait des connaissances théoriques fort étendues à une pratique sûre et éclairée, et par plusieurs autres horlogers très-distinguées.

653. Les *compteurs*, les *instrumens arithmétiques*, l'ingénieuse machine de *Clairault* pour construire les équations, et les appareils pour tracer mécaniquement des vues en perspectives seront les seuls objets examinés dans ce chapitre.

Compteurs.

654. Les compteurs sont en général des instrumens *additionnels* que l'on adapte à une machine quelconque pour connaître le nombre de révolutions ou de pulsations qu'une partie déterminée de cette machine aura produites dans un temps déterminé.

655. *Bélidor*, *Perronet* et plusieurs autres ingénieurs habiles ont adapté des compteurs à quelques machines hydrauliques. Cette méthode utile leur procurait le double avantage: 1°. de leur faire connaître le travail que chacune de ces machines produisait dans un temps donné; 2°. de leur donner le moyen d'obtenir plus d'économie et de célérité, en faisant travailler les ouvriers à la tâche.

656. En Angleterre on a fait dernièrement une application remarquable du *compteur*, aux tourniquets placés à l'entrée des ponts soumis à un péage. Le mécanisme est disposé de manière que toutes les fois que le tourniquet s'ouvre pour laisser passer une personne, le compteur avance d'un cran; et, à la fin de la journée, il suffit d'observer le cadran de l'index pour connaître exactement le nombre des personnes passées.

657. Dans le volume intitulé: *Machines employées dans les constructions diverses*, pag. 201, nous avons indiqué une

application très-importante du compteur aux pilons des poudreries.

Odomètres.

658. On donne le nom d'odomètre à un instrument qui sert à mesurer le chemin. L'odomètre en général est composé, à l'instar d'une montre, de plusieurs roues qui, engrenant l'une dans l'autre, font mouvoir avec beaucoup de lenteur des aiguilles correspondantes à un cadran gradué. Cet instrument, qu'un homme porte dans son gousset, ou bien que l'on adapte à une voiture, est mû ordinairement par une chaîne ou une courroie dont l'un des bouts est attaché à la jambe de l'homme, ou bien à un levier sur lequel une came, adaptée à l'axe de la voiture agit; de sorte, que par le moyen de cet instrument, on peut savoir combien on a fait de pas, et mesurer la distance d'un endroit à un autre.

659. La fig. 6, Pl. XX, indique la forme extérieure d'un odomètre très commode pour mesurer avec célérité la longueur d'une route, d'un canal, etc. Il est connu sous le nom de *roue d'arpenteur*. L'homme qui veut employer cet instrument, empoigne les deux bras *d d*, et le pousse comme si c'était une brouette; alors la roue A, en tournant, fait mouvoir un engrenage renfermé dans la boîte B; lequel engrenage met en mouvement l'index x, qui marque le nombre de tours que la roue a décrits. On connaîtra la longueur de la ligne parcourue par la roue de l'instrument, en multipliant la circonférence de cette roue (que l'on doit connaître exactement) par le nombre de tours que l'index aura marqués.

660. Le mécanisme qui se rapporte à l'index, est caché dans l'intérieur de l'instrument; la fig. 2 en donne une indication, dessinée sur une plus grande échelle. La roue dentée *a* doit être fixée sur l'axe de la roue A (fig. 6.), de manière que l'une ne

pourra tourner sans l'autre. Cette roue *a* engrène avec la vis sans-fin *b*, laquelle, à l'aide d'une tige *c c*, met en mouvement l'engrenage *d d* composé d'un certain nombre de roues dentées et de pignons; cet engrenage, renfermé dans la boîte B (fig. 6), fait marcher l'aiguille de l'index.

661. On adapte avec facilité une boîte à odomètre aux voitures de voyage; la fig. 1, Pl. XX, offre l'indication d'un moyen que l'on peut employer à cet effet. Soit A l'odomètre que l'on place dans l'intérieur de la voiture : une corde *m m m*, dirigée par des poulies de renvoi *p p*, aboutit au levier *y* sur lequel agit le cran *x* à chaque révolution de la roue; alors le levier s'abaisse, tire la corde et fait marcher l'engrenage; aussitôt que le cran a cessé de comprimer le levier, celui-ci reprend sa première situation, par l'action du ressort *z*.

662. Le mécanisme de l'odomètre A est représenté fig. 3, 4, et 5; il est remarquable par un encliquetage ingénieux que M. *Meynier* a inventé et présenté à l'académie en 1724. Cet odomètre est composé de deux roues *a a* (fig. 5), dont l'une a 100 dents et l'autre 101; la première est portée par un axe au centre des platines; la seconde est montée sur un canon qui est traversé librement par l'axe de la roue précédente; ce canon porte un petit cadran mobile *m m* (fig. 3), divisé en 100 parties; il doit circuler dans le grand cadran *r r*, dont la circonférence est divisée aussi en 100 parties, qui sont distinguées de cinq en cinq, et notées par des chiffres de 10 en 10 jusqu'à 100. La superficie des cadrans doit être sur une même ligne.

663. Le pignon *b* (fig. 5) engrène en même temps avec les deux roues *a a* de 100 à 101 dents; et il arrive que, comme le pignon ne prend qu'une dent de chaque roue, quand la roue de 100 aura fait son tour, la roue de 101 aura fait le sien moins une dent; par conséquent la roue du cadran, qui tient par un

canon à cette dernière roue de 101, rétrogradera d'une division pour le premier tour de la roue de 100; de deux divisions pour le second; de trois pour le troisième, et ainsi de suite. Ces divisions marquant les centaines de tours, et le cercle étant divisé en cent parties, le nombre va jusqu'à dix mille. L'aiguille qui marque sur l'autre cadran indique les divisions simples.

664. Un cordon *y* enveloppe la poulie *m*, sur laquelle s'élève une autre partie cylindrique *p p* de moindre diamètre, surmontée par un barillet *q*, qui contient un ressort spiral. Lorsqu'on tire le cordon *y* (fig. 5.), des chevilles fixées sur la poulie font mouvoir le cliquet *d* qui pousse un cran de la roue à rochet *c*, placé sur l'axe du pignon; aussitôt que la cheville a cessé d'agir sur le cliquet, la poulie est ramenée à sa première situation par la réaction du ressort contenu dans le barillet *q* (fig. 4).

665. La forme du cliquet *d* est combinée de manière que le rochet ne puisse avoir aucun autre mouvement que celui communiqué par le cliquet même. Le rochet ne fait une révolution entière qu'en douze mouvemens, qui consistent à tirer et à lâcher le cordon alternativement, c'est-à-dire, que le premier temps se fait en tirant et le second en lâchant, ainsi de suite.

666. On donne à cet odomètre le nom de pédomètre lorsqu'il est construit de manière à être placé dans le gousset, comme une montre; dans ce cas, le bout du cordon s'attache à la jambe, directement au-dessous du genou; de sorte que l'homme exerce nécessairement à chaque pas une traction qui fait avancer l'aiguille.

667. Quoique l'odomètre de M. *Meynier* ait la propriété avantageuse de donner exactement à chaque pas de l'homme un pas d'aiguille, et de n'en donner qu'un, cependant on lui a reproché un inconvénient : c'est que dans le recul il s'arrête; et, reprenant ensuite son mouvement, il marque sur le cadran

autant de pas de trop en avant qu'on en avait fait en arrière. L'abbé *Outhier* a remédié à cet inconvénient, dans un odomètre qu'il a présenté à l'Académie en 1742, et dans lequel l'aiguille recule quand le voyageur recule ; en sorte que l'odomètre décompte de lui-même tous les pas de trop que l'on a faits en arrière.

668. L'odomètre n'était point inconnu aux anciens ; *Vitruve* parle de deux instrumens de cette espèce, l'un employé à une voiture et le second à un vaisseau.

Instrumens pour faciliter les calculs.

669. Les anciens nommaient *abaques* des tablettes sur lesquelles ils écrivaient des chiffres. Quelques-unes de ces tablettes portaient un certain nombre de petites boules mobiles, disposées sur divers rangs, et au moyen desquelles ils effectuaient des calculs. Un instrument antique de cette espèce est exposé dans le cabinet des médailles annexé à la bibliothéque royale.

Les Chinois et divers autres peuples asiatiques font leurs calculs à l'aide d'intrumens analogues aux précédens.

670. On trouve, dans le tome premier du Recueil des machines approuvées par l'académie, la description d'un *abaque-rhabdologique*, fort ingénieux, inventé par *Perrault*. Les anciens appelaient *rhabdologie*, la science de faire des calculs par le moyen de petits bâtons sur lesquels des chiffres étaient marqués.

671. *Neper*, le célèbre inventeur des logarithmes, a imaginé un instrument au moyen duquel on peut faire promptement et avec facilité la division et la multiplication des grands nombres; voici comment il est construit : on prend dix petits bâtons ou petites lames oblongues faites avec du bois et du métal ; on les divise chacun en neuf petits carrés que l'on subdivise en deux

triangles au moyen d'une diagonale. Dans ces petits carrés on écrit les nombres de la table de multiplication ordinaire, de manière que les unités de ces nombres soient dans le triangle le plus à droite de chaque carré et les dizaines dans l'autre.

672. Pour multiplier un nombre donné par un autre, on dispose les bâtons de telle manière que les chiffres d'en haut représentent le multiplicande; ensuite on joint à gauche le bâton des unités : on cherche sur ce bâton le chiffre le plus à droite du multiplicateur, et l'on écrit de suite les nombres qui y répondent horizontalement, dans les carrés des autres bâtons, en ajoutant toujours ensemble les différens nombres qui se trouveront dans le même rhombe. La même opération se fait sur les autres chiffres du multiplicateur; ensuite on met tous les produits les uns sous les autres comme dans la multiplication ordinaire; enfin on les ajoute ensemble pour avoir le produit total.

673. La division s'effectue de la manière suivante :

On commence par disposer les petits bâtons l'un auprès de l'autre, de manière que les chiffres d'en haut représentent le diviseur ; — on ajoute à gauche le bâton des unités ; — ensuite on descend au-dessous du diviseur, jusqu'à ce que l'on trouve une branche horizontale dont les chiffres ajoutés ensemble, comme on a fait dans la multiplication, puissent donner la partie du dividende dans laquelle on doit chercher d'abord combien le diviseur est contenu ; — on retranche ce nombre de la partie du dividende que l'on a pris, et l'on écrit au quotient le nombre qui est à gauche dans la branche horizontale ; — on continue ensuite à déterminer de la même manière les autres chiffres du quotient.

On voit que, par le moyen de l'instrument de *Neper*, on est dispensé de savoir par cœur la table de multiplication, et

que la pratique de la multiplication devient plus facile étant réduite à des additions.

674. En 1738, M. *Raustain* a présenté à l'Académie une méthode de faire les multiplications et les divisions par de nouvelles baguettes différentes de celles de *Neper*.

Règles à échelles logarithmiques.

675. Des artistes ingénieux avaient depuis long-temps imaginé de tracer sur des plateaux tournans ou sur des règles mobiles des divisions logarithmiques au moyen desquelles on peut effectuer avec autant de promptitude que de facilité, les principales opérations de l'arithmétique. Dès l'année 1696, *Biler* construisit un instrument demi-circulaire, gradué d'après ce principe : ce procédé fut, depuis cette époque, imité par plusieurs autres artistes; mais les échelles, de la plupart des instrumens de cette espèce qu'ils construisirent, étaient inexactes, ce qui les rendait à peu près inutiles.

676. Depuis quelques années, les méthodes de graduer les instrumens en général ayant acquis un haut degré de perfection; par une conséquence bien naturelle, cette perfection s'est étendue sur les règles à échelle logarithmique, dont les Anglais font désormais un grand usage.

Règle à calculer, par M. Jones, Pl. XXI, fig. 1.

677. On doit à M. *Jomard* la description de cet instrument aussi ingénieux que simple, à l'aide duquel on effectue en un instant des multiplications, des divisions, même en nombres fractionnaires. On fait des règles de trois complexes par une seule opération. On extrait les racines des nombres, on les élève à toutes sortes de puissances, et enfin on résout des triangles.

678. Les détails suivans sont extraits du Bulletin de la Société d'encouragement, 14[e]. année.

L'instrument de M. *Jones* consiste en une règle de buis A A, plate et étroite, d'un pied de long seulement, au dedans de laquelle est une petite règle glissante B B, qui porte ainsi que l'autre des graduations déterminées.

679. « On sait, dit M. *Jomard*, que par le moyen des logarithmes, toute multiplication ou division est réduite à une simple addition ou soustraction. Les deux règles sont construites et divisées d'après ce principe. En avançant ou reculant la règle mobile ou glissante, on ne fait autre chose que d'ajouter ou soustraire les nombres gravés sur l'une ou sur l'autre.

680. » L'une des faces de la règle contient quatre échelles de même grandeur. L'échelle supérieure *c c* et *d d*, présente deux parties bien distinctes *c c* et *d d:* elles sont indiquées par la répétition des mêmes chiffres, à l'exception des deux derniers, dont l'un est 1 et l'autre est 10. Ces deux parties sont égales en longueur, et divisées de la même manière, chacune contient neuf divisions principales, marquées par les chiffres 1 à 9. La première, comprise entre 1 et 2, a cinquante subdivisions; les deux suivantes en ont chacune vingt; les six suivantes sont subdivisées en dix parties.

» L'intervalle de 1 à 2 est égal en longueur à ceux de 2 à 4, de 4 à 8.

» La règle glissante est divisée de la même manière et sans aucune différence, tant en haut qu'en bas.

» 681. La partie inférieure de la règle contient neuf divisions principales, dont la première est subdivisée en cent parties, les deux suivantes en vingt, et les quatre dernières en dix. Chacune de ces divisions principales est double en longueur de celles qui

sont indiquées par les mêmes numéros dans les échelles supérieures, de manière que le numéro 2 de cette échelle répond au 4 des échelles supérieures, le 3 au 9, et ainsi de suite. Il suit de là que cette échelle donne immédiatement les racines carrées des nombres qui sont marqués au-dessus. L'élévation aux puissances étant l'inverse de l'extraction des racines, il faut, pour avoir le carré d'un nombre simple ou complexe, regarder sur le bord inférieur de la règle glissante au-dessous du nombre marqué dans l'échelle inférieure.

682. » Pour faire une multiplication, il suffit d'amener le n°. 1 de la règle mobile sous l'un des facteurs ; le produit se trouve marqué au-dessus de l'autre dans l'échelle supérieure.

» Pour faire une division il faut amener le n°. 1 sous le diviseur ; le quotient se trouve marqué sur la règle mobile au-dessous du dividende.

» Pour faire une règle de trois, il faut amener le premier terme pris dans la règle mobile, sous le second pris dans l'échelle supérieure, et le terme cherché se trouvera sur cette dernière, au-dessus du troisième terme.

683. Si, par exemple, l'on veut multiplier 7 par 9, on amène 1 sous 7 ; on cherche au-dessus de 9, et on trouve qu'il répond à la troisième division après 6, ce qui fait 63.

$1\,\frac{1}{4}$ à multiplier par 6.

» Amenez le n°. 1 sous 1 et douze subdivisions et demie (puisque la première unité est divisée en 50); puis cherchez au-dessus de 6, vous trouverez $7\,\frac{1}{2}$.

$4\,\frac{1}{5}$ à multiplier par $7\,\frac{1}{2}$.

» Amenez 1 sous 4 et deux parties, cherchez au-dessus de 7 et cinq parties, vous trouverez $31\,\frac{1}{2}$.

684. » Les dixaines ne portent pas les n°s. 20, 30, 40, etc.; mais elles sont marquées des n°s. 2, 3, 4, afin que chacune

des parties puisse, selon le besoin, représenter des dixièmes, des unités, des dixaines, des centaines ou même des milliers. Sans cette facilité, l'usage de la règle serait extrêmement borné; elle ne servirait qu'à multiplier ou diviser les dix premiers nombres. Mais en considérant chacune des divisions de l'échelle, comme valant 1, ou 10, ou 100, ou même 1,000, on pourra opérer sur des nombres de 1, 2, 3, ou 4 chiffres, jusqu'à 9999 compris, bien entendu que la précision diminue quand le nombre des chiffres augmente.

685. » Supposons qu'on veuille multiplier 9354 par 8937; amenez 1 sous la neuvième unité, qui vaut ici 9000, et vous lirez aisément 9354, en négligeant le 4 et partageant à l'œil, en deux, la quatrième division après le n°. 9; vous cherchez ensuite sur la règle mobile le n°. 8, valant ici 8000; vous prenez neuf divisions et un tiers passé; au-dessus, vous trouvez 83 et six dixièmes, lequel nombre doit être multiplié par un million; résultat 83600000, ce qui approche du produit exact

83,596,698 à $\frac{1}{28000}$ près.

686. » On n'a pas des nombres rigoureusement exacts avec ce mode de multiplication, et on ne peut se flatter de les avoir; mais c'est déjà un grand avantage que d'obtenir instantanément un produit de huit chiffres à l'approximation d'une vingt-huit millième partie.

687. » Quand les nombres sont suivis de décimales, on opère comme sur les nombres entiers. Il suffit de supprimer la virgule, qu'on rétablit ensuite convenablement dans le produit.

» La division s'opère entièrement de la même manière, à cela près que les quotiens qu'on cherche sont en bas, tandis que les produits sont en haut. Il suffira de dire à l'égard des grands nombres, 1°. que si les facteurs ont un seul chiffre, les

parties ou unités de l'échelle compteront pour 1 chacune; s'ils en ont deux, les parties vaudront 10; s'il en ont trois, elles vaudront 100; 2°. que les produits, dans le premier cas, sont des unités; dans le second, des centaines; dans le troisième des dizaines de mille; dans le quatrième des millions : toujours en multipliant par 100 la valeur de l'unité pour un chiffre de plus à chaque facteur. L'unité ne serait que décuplée, si un seul des deux facteurs avait un chiffre de plus. »

688. Voici un exemple de la règle de trois :

« Quel est le quatrième terme de la proportion, 2 est à 3 et demi comme 36 est à . . . ? Tirez la réglette jusqu'à ce que 2 tombe sous 3 et 5 parties ; puis cherchez sur la réglette la sixième division après 3, vous trouverez au-dessus 63. »

689. Sur la face opposée de la règle à calculer sont des échelles de différentes proportions à l'usage des ingénieurs; à droite, des nombres qui servent à trouver les pesanteurs de seize substances, telles que les métaux, le marbre, le soufre, etc., sous différens volumes, et sous la forme de parallélipipède, de cylindre ou de sphère.

690. Le dessous de la réglette mobile renferme trois échelles; la première est divisée en quatre-vingt-dix, et la deuxième en quarante cinq parties inégales, représentant les degrés : l'une exprime les sinus naturels, l'autre les tangentes. On trouve dans l'intéressant Mémoire de M. *Jomard* des détails sur l'usage de ces diverses échelles.

Boîtes à calculer, par M. Hoyau.

691. Le public a vu avec intérêt, à l'exposition de 1819, des boîtes à calculer exécutées avec beaucoup de précision par M. *Hoyau*. Ces boîtes, dont le prix est très-modéré, sont en ivoire, en écaille moulée, ou en buis.

Des échelles analogues à celles de la règle anglaise, et construites d'après les mêmes principes, sont tracées sur la surface cylindrique de chaque boîte, qui, comme la règle anglaise, sert à multiplier, à diviser, et à extraire les racines.

Arithmographe, par M. Gattey, Pl. XXI, fig. 2.

692. Cet instrument, qui a la forme d'un cadran, sert aux mêmes usages que les règles anglaises à échelles logarithmiques. Il consiste en deux disques ou cercles concentriques tournant l'un sur l'autre, et sur les bords contigus desquels sont tracées les divisions qui servent à faire les opérations auxquelles l'instrument est destiné.

Le cercle intérieur est mobile; et il reçoit son mouvement à l'aide de deux petits boutons qui y sont implantés. Une bordure environne l'instrument, qui est ordinairement construit en carton et a environ 6 pouces de diamètre.

M. *Gattey* construit des arithmographes plus petits qui pourraient servir de médaillons à des tabatières.

Machine arithmétique de Pascal, Pl. XXI, fig. 3, *et* Pl. XXII, fig. 1, 2 *et* 3.

693. La fig. 3, Pl. XXI, représente le couvercle d'une boîte dans laquelle sont renfermées les diverses parties mouvantes de cette machine ingénieuse. Ce couvercle a plusieurs ouvertures qui sont placées sur trois rangs parallèles. Les ouvertures circulaires a, b, c, d, e, f, g, h, contiennent des roues dentées mobiles : le nombre des dents de la première roue à droite est de douze, celui de la suivante est de vingt, et toutes les autres ont chacune dix dents; ainsi, la première est destinée au calcul des deniers; la seconde à celui des sous, la troisième aux unités, la quatrième aux dizaines, la cinquième

*

aux centaines, la suivante aux milliers, et ainsi de suite. Le mécanisme intérieur adhérant à ces roues est tellement disposé que chaque tour complet que fait la roue *a* fait avancer celle *b* d'un cran, que chaque tour de la roue *b* fait également avancer la suivante d'un cran, ainsi de suite.

694. Les fig. 1, 2 et 3, Pl. XXII, représentent le mécanisme intérieur qui correspond aux roues que nous venons d'indiquer, lesquelles sont toutes munies d'un mécanisme semblable.

695. On voit, fig. 2, une coupe verticale de la machine prise sur sa largeur; — 1 est une des roues (désignées par les lettres *a*, *b*, *c*, etc., Pl. XXI, fig. 3); sur l'axe de cette roue est établie une roue à cheville 2, qui engrène avec la roue 3; l'axe de cette dernière porte deux autres roues 6 et 4; celle-ci engrène avec le pignon 5, qui met en mouvement le tambour A sur lequel sont tracées deux rangées de chiffres.

696. Nous avons dit que la machine renferme autant d'engrenages, semblables à celui que nous venons de décrire, qu'il y a d'ouvertures circulaires dans le couvercle de la boîte; des sautoirs ingénieusement disposés établissent la communication entre tous ces engrenages; de manière que, à chaque tour complet de la roue supérieure de l'un d'eux, le sautoir qui y correspond fait avancer d'un seul pas l'engrenage suivant, et ainsi de suite.

697. Les fig. 1 et 3, Pl. XXII, sont destinées à démontrer la forme et la manière d'agir d'un des sautoirs, qui dans les deux figures est désigné par les lettres *a*, *b*, *c*. Le sautoir, placé entre deux roues consécutives *d* et *f*, tourne librement sur l'axe de la première; il est garni d'une fourche *g*, laquelle, à chaque tour de la roue *d*, rencontre deux chevilles *y y* qui la soulèvent (ces chevilles se voient distinctement en *t t*, fig. 2). Le mouvement que nous venons d'indiquer ne peut avoir lieu sans que la queue *q*

du sautoir ne rencontre la palette *x* de la roue *d* et ne la pousse. Le cliquet *s s* empêche l'engrenage de rétrograder.

698. Voici comment on se sert de cette machine (voyez fig. 3, Pl. XXI) : veut-on additionner 436,809 livres 15 sous 10 deniers, avec 523,456 livres 10 sous 8 deniers? On prend dans le cercle *a*, au moyen d'un crochet représenté fig. 4, l'intervalle des dents qui répond au nombre 10 de la roue des deniers, et que l'on tourne de droite à gauche jusqu'à la rencontre de l'index S, (fig. 3); le nombre 10 paraîtra alors dans l'ouverture T qui lui répond. On fait ensuite de la même manière paraître le nombre 15 à la case des sous, le nombre 9 à celle des unités, et ainsi de suite. Lorsque le nombre 436,809 livres 15 sols 10 deniers est marqué dans la rangée de cases V T, il s'agit d'avoir un autre nombre résultant de l'addition des deux quantités 436,809 livres 15 sous 10 deniers, avec 523,456 livres 10 sous 8 deniers.

699. L'on fait d'abord avancer 8 crans de la roue des deniers; laquelle, dans l'opération précédente, avait déjà tourné de 10 crans, de sorte qu'il ne lui restait plus que deux crans pour faire un tour complet; ainsi cette seconde opération fera avancer d'un cran la roue suivante, et elle sera elle-même avancée des 6 crans correspondans au second tour : par ce moyen la case des deniers marquera 6, et celle des sous 16. L'on fait ensuite avancer la roue des sous de 10 crans; ce qui donne pour les deux opérations effectuées sur cette roue, un tour plus 6 crans; mais le tour complet de cette roue a dû nécessairement faire avancer la roue suivante d'un cran; ainsi les trois cases, des deniers, des sous et des unités, marqueront 6, 6, 6 : en continuant de la même manière pour chaque case, l'on aura enfin le nombre 960,266 livres 6 sous 6 deniers, qui est la somme cherchée.

700. La soustraction se fait par une méthode analogue; c'est

pour donner le moyen de faire cette opération que chacun des tambours, qui correspondent aux diverses cases, a deux rangées de numéros, l'une écrite suivant l'ordre progressif, et la seconde à rebours; la première rangée sert pour l'addition et correspond aux cases V T; les nombres de la seconde se rapportent à une autre petite rangée de cases placée immédiatement au-dessus de celle indiquée par V T; une bande de cuivre mobile P P couvre ces dernières, quand on veut faire une addition; et, au contraire, quand on veut faire une soustraction, cette même bande couvre la rangée V T et débouche l'autre.

701. Cette machine peut servir à effectuer la multiplication et la division, en faisant une longue suite d'additions ou de soustractions; mais on conçoit combien ce procédé est lent et minutieux.

702. La machine de *Pascal*, ainsi que plusieurs autres analogues, qui ont été construites postérieurement, se fait remarquer plus par l'industrieuse combinaison de ses parties que par son utilité réelle.

Machine pour construire les équations, par Clairaut, Pl. XXIII, fig. 1.

703. Cette machine sert à tracer sur un carton qui lui est superposé une courbe au moyen de laquelle on trouve graphiquement la valeur des racines d'une équation quelconque (*a*).

(*a*) Voici le principe sur lequel est fondée cette ingénieuse invention. Soit l'équation à résoudre $a + bx + cx^2 + dx^3 + \text{etc.} = 0$.

(Voyez fig. 3 et 4, Pl. XXIII). Les trois lignes MM, SS, RR, sont perpendiculaires à la ligne ZZ; la distance entre l'une et l'autre est arbitraire; l'on prend sur une de ces lignes SS, les parties OA, AB, BC, CD proportionnelles aux coefficiens *a*, *b*, *c*, *d*, de l'équation. Cela fait, l'on tire : 1°. du point D la ligne DE parallèle à ZZ; 2°. du point E la ligne EC; 3°. du point Q, où cette dernière ligne rencontre MM, on fait passer la ligne QF parallèle à la DE;

704. Un cadre *a a a a* (fig. 1), soutenu horizontalement par quatre montans *b b b b*, sert de support à la machine qui est composée de deux châssis mobiles *c c c* et *d d d*, qui sont

---

4°. du point F on tire la FB ; 5°. au point P où cette ligne rencontre MM, on fait passer la ligne PG parallèle aux lignes DE et QF ; 6°. du point G on tire la GA.

Que l'on suppose maintenant : 1°. que les lignes FB et GA puissent tourner autour des points B et A, lesquels sont eux-mêmes susceptibles d'un mouvement de translation le long de la ligne SS ; 2°. que les lignes QF et PG puissent avoir un mouvement de translation rectiligne en conservant toujours leur parallélisme ; 3°. qu'aux points d'intersection E, Q, F, P, G, S, il y ait des articulations à coulisses (semblables à celles qui réunissent les règles qui composent la machine, fig. 1) ; 4°. qu'une pointe de crayon soit posée en S. Il s'agit de démontrer que, tout étant ainsi disposé, si l'on communique à la ligne MM un mouvement rectiligne qui l'approche ou l'éloigne de SS en conservant toujours son parallélisme, le crayon tracera la courbe qui résout l'équation proposée.

Démonstration. Puisque les lignes OA, AB, BC, CD, sont proportionnelles aux coefficiens a, b, c, d; si la valeur de OA est exprimée par $\frac{a}{n}$, on aura $AB=\frac{b}{n}$; $BC=\frac{c}{n}$; $CD=\frac{d}{n}$. Si l'on nomme DM, x; et si l'on prend DE égale à l'unité, ME sera égale à $1-x$. Les triangles semblables DEC et MEQ donnent cette proportion $1 : 1-x :: \frac{d}{n} : \frac{d-dx}{n} = MQ = DK$: mais $KB = BC + CD - DK = \frac{c}{n}+\frac{d-d+dx}{n}=\frac{c+dx}{n}$. De même les triangles semblables KFB et QFP donnent $1 : 1-x :: \frac{c+dx}{n} : \frac{c+dx-cx-dx^2}{n} = QP = KL$; mais $AL = AD - DK - KL = \frac{b}{n}+\frac{c}{n}+\frac{d}{n}-\frac{d-dx}{n}-\frac{c+dx-cx-dx^2}{n}=\frac{b+cx+dx^2}{n}$. Enfin, les triangles semblables LGA et PGS donnent encore $1 : 1-x :: \frac{b+cx+dx^2}{n} : \frac{b+cx+dx^2-bx-cx^2-dx^3}{n} = PS$; mais $VS = VM - MQ - QP - PS = \frac{a+b+c+d-d+dx}{n}-\frac{c+dx-cx-dx^2}{n}-\frac{b+cx+dx^2-bx-cx^2-dx^3}{n}=\frac{a+bx+cx^2+dx^3}{n}$.

Par conséquent lorsque $VS = o$, c'est-à-dire, lorsque la courbe décrite par la pointe de crayon S coupe la base ZZ, $\frac{a+bx+cx^2+dx^3}{n}=o$, VS sera donc dans ce cas, égale à $a+bx+cx^2+dx^3=o$; or toute valeur de x qui rend $a+bx+cx^2+dx^3=o$, rend aussi $VS=o$, et est une racine de l'équation

doués d'un mouvement de translation horizontale rectiligne; la direction de celui qui appartient aux châssis *c c c* est perpendiculaire à celle que suit l'autre châssis. Il faut que chacun de

---

proposée dont la courbe coupera la base ZZ pour chaque racine réelle de cette équation, soit positive, ou négative, et ne la touchera pas lorsqu'elle sera imaginaire.

Pour avoir les racines négatives, il faut placer la ligne SS à gauche de la MM.

Dans la machine représentée fig. 1, des règles métalliques remplacent les lignes tracées (fig. 3 et 4). Ainsi la barre *q q* remplace la ligne SS; le fil *w* remplace la base ZZ; les règles fendues *g*, *h*, *l* remplacent les lignes FP, PG et GS.

Pour se servir de cette machine on commence par placer les boîtes coulantes *x* et *k*, de manière que leur distance (prise dans une projection horizontale), soit déterminée par un nombre de divisions, prises sur une échelle de parties égales, équivalante au terme connu *a* de l'équation; puis on place la boîte coulante *y* à une distance du point *u* équivalante à la valeur du coefficient *b* de l'équation; on fixe ensuite l'oreille à écrou *p* à une distance du point *z*, équivalante à la valeur du coefficient *c*. Enfin on enfile les broches qui terminent les supports *b b b b*, dans un carton que l'on abaisse jusqu'à la rencontre du fil *w*; on marque des points là où le fil touche le carton que l'on retire pour y tracer une ligne qui remplace ce fil, et l'on remet le carton, ayant eu soin auparavant de placer en V une pointe de crayon à la hauteur convenable, pour qu'elle puisse marquer sur le carton.

Le tout ainsi disposé, il suffit de pousser légèrement le châssis *c c c*, pour que le crayon marque une courbe qui, avec la ligne tracée préalablement sur le carton comme nous venons de le dire, construira l'équation donnée.

La machine ainsi que nous venons de la décrire, ne peut servir que pour la résolution d'une équation de second degré; mais il suffit d'augmenter le nombre des règles mobiles et la longueur des châssis, en suivant toujours le même principe, pour résoudre une équation d'un degré quelconque.

On doit observer que plus les coefficiens seront grands, plus les angles que la ligne et la courbe formeront seront grands, ce qui est avantageux pour l'exactitude; on peut les augmenter, sans changer les racines, en les multipliant par tel nombre qu'on voudra.

ces châssis conserve, en se mouvant, un exacte parallélisme; c'est pour remplir cette condition indispensable que l'auteur de cette machine a combiné des roulettes dentées *f f f f*, avec des crémaillères taillées à la partie inférieure des barres de chacun des châssis.

705. Des règles fendues *g*, *h*, *l*, se combinent entre elles et avec les deux châssis, de manière que les mouvemens circulaires qui sont affectés à chacune de ces règles, se combinent avec les mouvemens rectilignes des châssis, pour remplir les conditions exigées par la théorie développée dans la note ci-jointe.

706. Cette combinaison est faite : 1°. à l'aide de boîtes coulantes *x*, *y*, que l'on peut faire avancer et reculer à volonté le long des règles *t* et *v* qui les traversent. Des graduations faites avec exactitude doivent être tracées sur ces règles ainsi que sur les règles *s* et *u*, sur lesquelles se meuvent les boîtes coulantes qui soutiennent le fil *w*; 2°. à l'aide d'une cheville *m*, d'un boulon rivé *n*, et d'un oreille à écrou *p*.

Instrument de M. Remnenkampff, *pour dessiner la perspective*, Pl. XXIII, fig. 2 *et* 6.

707. Cet instrument est une sorte d'alidade que l'on dispose sur une table, laquelle est couverte d'une feuille de papier retenue par un châssis qui l'environne. On voit, fig. 2, la table et l'instrument vus en perspective; et fig. 6, le plan de l'alidade.

708. Au bout d'une règle horizontale *a* s'élève un support cylindrique vertical *b*, le long duquel glisse une virole *c*, qui porte un point de mire *d*. La virole est élevée ou abaissée à l'aide d'une corde sans-fin 2 2 2 2, qui passe sur la poulie *n*, descend verticalement et se replie sur deux autres poulies *f f*, adaptées au pied du support *b*, devient horizontale et passe en dernier

lieu sur la poulie *g*; on met en mouvement la corde sans-fin à l'aide d'un anneau *r*, qui enveloppe une barre, laquelle lui sert de coulisse; à l'anneau *r* sont attachés les deux bouts de la corde. L'anneau dont nous venons de parler, porte une pointe garnie d'un bouton; elle sert à marquer un petit point sur le papier, lorsqu'on appuie sur le bouton.

709. Cette alidade peut parcourir horizontalement toute la longueur de la table; et, comme il faut qu'elle conserve toujours son parallélisme, sa traverse inférieure *h h* a une saillie au-dessous qui s'appuie contre le bord de la table, comme on le voit en *a* fig. 2.

710. Pour se servir de cette alidade, il faut adapter à la table une pinnule à plaque mobile A, que l'on fixe au moyen de deux vis de pression. Le trou de cette pinnule sert de point de vue au dessinateur, lequel, après avoir conduit l'alidade à l'endroit convenable, et élevé la mire *d* autant qu'il le faut pour que ce point et celui de la mire coïncident avec un point déterminé de l'objet qu'il veut dessiner : il appuie sur le bouton *q*, et il marque ainsi sur le papier le point correspondant. On relève par un procédé semblable tous les points dont on a besoin, pour tracer avec précision les traits de l'objet qu'on veut représenter.

711. La fig. 5, Pl. XXIII indique un autre instrument très-simple, dont le but est de faciliter le dessin du paysage d'après nature. Il est composé d'une règle *a a*, longue d'environ un pied, et qui porte à ses deux extrémités les branches mobiles *b* et *c*, articulées à charnière; chacune de ces branches principales porte une branche plus petite qui peut se mouvoir autour d'une charnière. Un fil dont on voit les extrémités réunies en *y*, détermine par sa longueur l'angle le plus convenable au point de vue.

712. Veut-on se servir de cet instrument, l'on empoigne le manche *f*; on prend l'extrémité du fil dans la bouche; on place la règle *a a* dans une telle position, qu'elle soit tout à la fois perpendiculaire au rayon visuel direct, et qu'elle soit exactement horizontale, ainsi que le fil *y*; alors on meut les branches mobiles, de manière que les extrémités *f* et *g* correspondent avec deux points du paysage dont on veut déterminer la position relative. Puis on couche l'instrument sur le papier et l'on y marque les points *f* et *g*; et quelques points de repère pour que l'on puisse (après avoir déterminé de la même manière deux autres points du paysage), replacer la règle *a a* sur le papier, exactement dans la même position. Il est évident qu'en réitérant successivement cette opération on pourra déterminer un nombre quelconque de points.

713. L'on trouve la description d'une autre machine à dessiner la perspective, dans le Recueil des machines qui composaient le cabinet de M. *Groslier de Servière*.

APPENDIX

Des machines théâtrales.

714. On ne saurait donner des notions claires et précises sur la structure et la manœuvre des machines théâtrales, si l'on ne faisait préalablement connaître la forme, les distributions et les dimensions des locaux qui les contiennent, car elles leur sont essentiellement subordonnées. Ainsi, à l'examen des machines théâtrales antiques, nous ferons précéder une description succincte des édifices somptueux que les Grecs et les Romains avaient consacrés aux spectacles publics; de même un coup d'œil rapide sur la

conformation des salles de spectacles actuellement en usage, servira d'introduction à la revue que nous ferons des mécanismes qui y sont journellement employés.

715. Quatre articles composeront cet appendix : le premier traitera des édifices antiques qui étaient affectés aux spectacles publics; le second, des machines théâtrales des anciens; le troisième, des salles de spectacles modernes; et le dernier, des machines théâtrales dont on se sert présentement.

ARTICLE PREMIER.

Édifices antiques qui étaient affectés aux spectacles publics.

716. Les Romains avaient consacré aux spectacles cinq espèces d'édifices; savoir le *cirque*, l'*amphithéâtre*, les *bassins* pour les *naumachies*, le *théâtre* et l'*odéon*.

Cirque.

717. Le cirque était un vaste espace beaucoup plus long que large, dont les côtés latéraux, à peu près parallèles entre eux, étaient garnis de siéges; l'espace compris entre ces côtés s'appelait *stade*, et servait pour les courses soit à pied, soit à cheval, soit avec des chars à deux ou quatre chevaux.

718. Le plus ancien cirque fut construit à Rome par Tarquin-l'Ancien, 776 ans avant l'ère chrétienne; il était placé entre le mont *Palatin* et le mont *Aventin*. Jules-César, Auguste, Tibère, Caligula et Néron augmentèrent et embellirent successivement ce grand monument, auquel on donna avec raison l'épithète de *Maximus*.

719. Il ne reste aujourd'hui de cet immense édifice que quelques ruines à fleur de terre : il avait environ deux mille pieds

de long sur huit cent de large. *Denis d'Halicarnasse* assure qu'il contenait cent cinquante mille spectateurs.

720. Au milieu du cirque on remarquait un massif de maçonnerie nommé *spina*, qui en traversait presque toute la longueur. Sur ce massif, dont la hauteur était de cinq à six pieds au-dessus du sol, s'élevaient les objets suivans : 1°. des obélisques en granit, transportés d'Égypte; 2°. les statues de la Fortune et de la Victoire élevées sur des colonnes; 3°. des trépieds et des autels placés entre les obélisques et les colonnes. Trois bornes, nommées *metæ*, terminaient de chaque côté la *spina* aux extrémités; chacun de ces groupes de trois colonnes, qui formaient une des *metæ*, reposait sur un piédestal *sémicirculaire*, qui contenait une petite chapelle consacrée à *Consus*, divinité tutélaire des jeux circéens.

721. Les parties latérales du cirque étaient réunies à un des bouts par un bâtiment nommé *carceres*, où étaient les loges et remises qui servaient à renfermer les chevaux et les chars. Deux tours s'élevaient aux angles de réunion des côtés du cirque avec les *carceres*.

Sur un des côtés était placée la loge de l'Empereur (*Meniana*); elle était composée d'un avant-corps, orné de colonnes et de deux arrière-corps, ouverts chacun par une arcade.

722. L'extrémité du cirque, qui faisait face aux *carceres*, se terminait en demi-cercle, au milieu duquel était une entrée magnifique.

723. Rome eut jusqu'à quinze cirques, parmi lesquels on remarquait le cirque de Caracalla, le *circus agonalis*, élevé par Alexandre Sévère dans l'emplacement où est maintenant la place Navone, et le cirque de Néron qui est aujourd'hui remplacé par l'église de Saint-Pierre.

724. On a remarqué qu'en général les cirques étaient plus lar-

ges d'un côté que de l'autre, et que la *spina* ne séparait point en deux parties égales l'espace devant les *carceres;* mais que la droite était plus large que la gauche, et cela, pour donner aux chars un espace plus libre au commencement de la course.

725. Les gradins du cirque de Caracalla étaient formés par des *amphores* ou vases de terre cuite qui s'emboîtaient les uns dans les autres, et dont les interstices avaient été remplis par un mortier de pouzzolane qui a été coulé très-liquide, de façon que le tout forme un corps très-solide et très-léger en même temps. L'épaisseur de chaque vase n'est que de trois à quatre lignes.

La façade des *carceres* de ce même cirque était ornée de refends et de termes; des trophées et des quadriges en décoraient la partie supérieure; les voûtes étaient décorées de caissons peints en arabesque.

726. Les jeux *circéens* étaient très-somptueux ; ordinairement une marche magnifique parcourait le cirque avant le spectacle. Cette espèce de procession était composée ainsi qu'il suit : une troupe de jeunes patriciens à cheval, les chars qui devaient courir, des coureurs et des voltigeurs (*desultores*), ouvraient la marche; venaient ensuite les prêtres, les sénateurs, les magistrats qui présidaient aux jeux, et les simulacres des dieux placés sur des chars; après eux venaient des athlètes et des danseurs déguisés en faunes et en satyres. Des musiciens suivaient cette marche pompeuse; et ils allaient ensuite se placer sur les terrasses qui couvraient les *carceres*.

Souvent ce cortége était embelli par les dépouilles des nations vaincues, exposées sur des chars.

727. Les courses commençaient aussitôt que le cortége s'était retiré; on en distinguait de trois sortes : les courses de chars, de chevaux et à pied. Les chars étaient attelés de deux et le plus

souvent de quatre chevaux. Du temps de Domitien on introduisit l'usage de faire courir de jeunes filles dans le cirque.

728. Le cirque de Milan, construit en 1804, est le seul monument moderne de ce genre. Il contient environ quinze mille spectateurs; sa forme est ovale : les murs principaux sont en pierre de taille; des voûtes en maçonnerie soutiennent les gradins, qui provisoirement sont un gazon; une magnifique loge, ornée de très-belles colonnes, s'élève sur le milieu d'un de ses flancs. Des canaux et des écluses sont disposés de manière à pouvoir inonder l'intérieur de ce cirque, et à le convertir en un vaste bassin.

Naumachies.

729. De grands bassins, environnés de gradins, servaient à donner les naumachies, c'est-à-dire, les joutes ou les combats entre des galères, qu'on supposait montées par des nations différentes.

730. Le premier spectacle de ce genre fut donné à Rome sous César, dans le grand cirque, dont la position le mettait à portée de recevoir les eaux du Tibre que l'on y faisait entrer par un canal fait à cet usage.

731. Domitien fit ensuite construire sur le bord du Tibre un magnifique édifice uniquement destiné à cette sorte de spectacle. *Dion* rapporte quelques détails d'une des fêtes que Domitien donna dans ce monument; elles durèrent plusieurs jours de suite. Pendant que les galères étaient un jour aux prises, il survint un orage affreux; l'empereur ne voulut permettre à personne de sortir du spectacle pour se mettre à l'abri, de sorte que beaucoup de Romains y gagnèrent des maladies et en périrent. Pour consoler le peuple de cette mésaventure, Domitien lui donna pendant la nuit un grand souper.

732. Le lac *Fucin*, ayant une forme presque circulaire et

étant entouré de montagnes, forme un amphithéâtre naturel où l'on peut placer un très-grand nombre de spectateurs. Claude choisit ce lieu pour donner aux Romains une fête horrible. Vingt-quatre galères, montées par des criminels condamnés à périr, furent placées sur le lac. Une machine s'élevait au milieu, et portait un triton qui devait donner le signal du combat avec une *trompette parlante* d'argent. Dès que les combattans aperçurent l'empereur, ils se mirent à crier : *Ave, imperator, morituri te salutant;* Claude leur répondit : *Avete vos*. Ces malheureux, prenant cette réponse pour une marque de bonté de l'empereur, crurent que c'était leur grâce qui leur était accordée, et en conséquence ne voulaient point combattre. Ce que voyant l'empereur, il entra dans une fureur terrible; et, les menaçant de les faire périr tous par le fer ou par le feu, il les obligea d'en venir aux mains et de se battre avec fureur.

Amphithéâtre.

733. L'amphithéâtre était un vaste édifice ovale garni dans tout son périmètre de gradins ; il était destiné aux combats des gladiateurs, et aux combats des bêtes féroces. Ces spectacles barbares commencèrent à Rome environ 264 ans avant Jésus-Christ. Ils furent en usage jusqu'au temps d'Honorius, qui les prohiba par une loi promulguée en l'année 403 de l'ère chrétienne.

734. Les premiers amphithéâtres qui furent construits à Rome étaient en bois. Sous Auguste, le sénateur Statilius Taurus fit ériger dans le champ de Mars un amphithéâtre en pierres. Trajan en fit ensuite élever un autre; mais le plus considérable fut celui de Vespasien, qu'on appelle aujourd'hui le Colisée.

Le plan de cet édifice est un ovale dont le grand diamètre a 580 pieds et le petit 481 ; un ovale, concentrique au premier, forme l'*arène*, c'est-à-dire, la place destinée aux combats ; l'*a*-

rène avait 264 pieds de longueur sur 165 de largeur. La hauteur totale de l'enceinte extérieure de l'édifice était de 156 pieds. Cette enceinte, dont on voit un fragment Pl. XXIV, fig. 2, était décorée de quatre ordres d'architecture. Les gradins intérieurs montaient jusqu'à la hauteur du troisième ordre; et pouvaient contenir 87,000 spectateurs.

735. La magnificence des spectacles cruels, que l'on donnait dans les amphithéâtres, consistait à faire combattre en un même jour un grand nombre d'animaux rares; plus il y avait de sang répandu, plus la journée était brillante. Si nous devons croire au témoignage d'Eutrope, cinq mille animaux furent tués dans les combats que l'on donna dans le Colisée, lorsque Titus en fit l'inauguration; ce premier spectacle fini, on inonda l'*arène*, et il y eut d'abord un combat d'animaux aquatiques, puis une *naumachie*.

736. Plusieurs spectacles extraordinaires furent donnés au peuple romain dans le Colisée. Septime Sévère fit construire dans le milieu de l'*arène* une grande machine qui avait la forme d'un vaisseau : cette machine, à un signal donné, se décomposa subitement, et il en sortit quatre cents bêtes féroces, qui se livrèrent un combat acharné.

Quelquefois des gladiateurs se battaient contre les bêtes féroces; le plus souvent c'étaient des criminels condamnés aux supplices. Si le criminel était assez heureux pour triompher de l'animal féroce, il était renvoyé absous.

737. Plusieurs précautions étaient en usage pour préserver les spectateurs des dangers effroyables qui seraient résultés, si les animaux féroces eussent pu s'élancer sur les gradins. Premièrement, un fossé était creusé entre l'*arène* et le *podium* (on appelait ainsi le mur qui servait de soubassement aux gradins). Secondement, ce mur était défendu par des pointes saillantes,

par des palissades, et par des rouleaux tournans. Troisièmement, un filet soutenu par des montans de fer, s'élevait à une certaine hauteur sur ce mur. Quelquefois ces filets étaient dorés; Néron en fit placer un dont les enlacemens étaient tenus par des anneaux de succin.

738. Caligula imagina, pour décorer l'arène des amphithéâtres, de faire semer, au lieu de sable, de la *chrysocolle*, qui est une espèce de malachite friable, ou *oxide* de cuivre coloré du plus beau vert.

Les spectacles, dans les amphithéâtres, n'avaient lieu qu'en plein jour; il paraît néanmoins que Domitien donna quelques combats de gladiateurs à la lumière des flambeaux, et que des femmes figurèrent dans les combats nocturnes.

Théâtres.

739. Les théâtres des anciens étaient de vastes monumens en marbre ou en pierre, dont le plan (fig. 1, Pl. XXIV) avait toujours la forme d'un demi-cercle adossé à un parallélogramme. Le demi-cercle était découvert, et renfermait les gradins sur lesquels se plaçaient les spectateurs. Le parallélogramme avait une toiture qui le couvrait, à l'exception de la partie A A, qui était l'avant-scène sur laquelle paraissaient les acteurs.

740. Le théâtre de Bacchus, à Athènes, est un des premiers théâtres permanens que l'on ait construit en Grèce; il était situé au bas de la citadelle d'Athènes, et bâti en marbre blanc. Son grand diamètre, pris extérieurement, était de 247 pieds; les gradins occupaient 143 pieds; de manière que le demi-cercle vide au centre, avait 104 pieds de diamètre. Une partie des gradins s'appuyait sur le penchant de la colline sur laquelle la citadelle d'Athènes était placée. Ce théâtre, qui pouvait contenir

quinze mille personnes, fut restauré par ordre d'Adrien, l'an 124 de l'ère chrétienne.

741. Sparte avait aussi un beau théâtre, à peu près semblable à celui d'Athènes; les siéges de ce théâtre étaient creux sur leur largeur, et plus bas du devant que du derrière.

742. Le théâtre d'Herculanum (ville qui fut engloutie sous les laves du Vésuve, l'an 69 de l'ère chrétienne), est un des monumens antiques les plus curieux; quelques parties en sont encore intactes : son plan est analogue à celui indiqué fig. 1, Pl. XXIV. L'intérieur de cet édifice, orné avec richesse, était revêtu de marbres précieux; le pavé de l'orchestre était du plus beau jaune antique. Des peintures et des arabesques couvraient toutes les salles attenantes à ce théâtre.

Le diamètre total de l'amphithéâtre d'Herculanum était de 234 pieds; dix mille spectateurs pouvaient y être placés commodément.

743. Le mur qui entourait la scène, enrichi de colonnes, de niches et de bas-reliefs, formait une décoration somptueuse. On entrait dans l'amphithéâtre par sept portes, qui répondaient à un corridor où aboutissaient les escaliers. Il paraît que Rome n'a eu que deux théâtres permanens, construits en maçonnerie; savoir, le théâtre de Pompée et celui de Marcellus.

744. Le théâtre de Pompée pouvait contenir quarante mille personnes; il était orné de tableaux, de statues en bronze et en marbre, transportées d'Athènes, de Corinthe et de Syracuse. Il offrait deux particularités remarquables. Premièrement, il renfermait dans son enceinte un temple dédié à Vénus victorieuse; secondement, un aquéduc portait de l'eau dans tous les rangs du théâtre, pour la commodité des spectateurs et pour rafraîchir le lieu.

745. Le théâtre de Marcellus contenait vingt-deux mille per-

sonnes : le diamètre extérieur du demi-cercle était de 417 pieds; celui de l'orchestre était de 194 pieds.

L'extérieur de ce théâtre était décoré de deux ordres d'architecture, l'un dorique et l'autre ionique; entre les colonnes étaient des arcades qui servaient à éclairer les corridors. La hauteur totale de l'édifice était de 61 pieds.

746. Les théâtres des anciens se divisaient en général en trois parties (voyez fig. 1, Pl. XXIV) : 1°. les gradins *c c* où étaient placés les spectateurs ; 2°. l'orchestre B ; chez les Grecs, cet espace servait aux jeux des mimes et des danseurs. Mais chez les Romains il fut réservé pour les places distinguées, et c'est où l'on plaçait les sénateurs et les vestales ; 3°. la scène A A entourée de trois côtés d'un mur *d d d d*, décoré avec magnificence, était percée de cinq grandes portes. Derrière la scène existait un bâtiment couvert qui contenait plusieurs pièces destinées à divers usages.

747. Les gradins sur lesquels le peuple s'asseyait étaient divisés par des paliers (*precinctio*) et par des escaliers qui conduisaient aux portes d'entrée (*vomitoria*), par où le peuple entrait, sortait et circulait dans tout le théâtre.

Dans quelques théâtres anciens, un portique s'élevait au-dessus des gradins qu'il environnait.

Odéon.

748. On appelait ainsi un théâtre couvert, destiné pour les exercices de chant, de musique instrumentale et de déclamation, qui exigeaient une enceinte couverte et moins étendue que celle des grands théâtres dont nous venons de parler.

749. On voit encore à Athènes, les débris de l'*odéon* que Périclès fit construire. Le plan de cet édifice était ovale, une partie reposait sur le roc, et le reste sur un soubassement

formé de gros blocs de pierre de taille, au-dessus de ce soubassement s'élevait une colonnade qui entourait l'édifice. Périclès fit usage des mâts, enlevés des navires pris sur les Perses, pour former le comble de ce théâtre, qui se terminait en pointe.

750. L'*odéon* d'Athènes servit aux jeux de musique établis par Périclès, pour les fêtes des Panathénées, où il fut lui-même nommé juge et distributeur des prix. Cet édifice subsista jusqu'au temps de la prise d'Athènes par Sylla. Alors, Aristion qui commandait dans cette ville, fit brûler le comble de l'*odéon*, de peur que l'ennemi ne profitât des pièces de charpente qui le composaient, pour assiéger la citadelle. L'*odéon* fut ensuite rétabli par Ariobarzane Philopator.

751. Un *odéon* fait partie des débris intéressans que l'on admire à Pompeïa. Ce petit théâtre était couvert, comme le prouve une inscription que l'on y a trouvée. Il était, ainsi que le grand théâtre, annexé à la caserne des prétoriens.

ARTICLE II.

Machines théâtrales des anciens.

Velarium.

752. De tous les mécanismes employés dans les spectacles anciens, le plus remarquable est celui dont on fit usage pour manœuvrer les toiles ou bannes (*vela*), qui couvraient les théâtres et les amphithéâtres, pour mettre les spectateurs à l'abri du soleil. *Pline* nous apprend que l'usage de couvrir les théâtres prit naissance en Campanie; que ce fut *Quintus Catullus* qui introduisit cet usage à Rome, et enfin que *Lentullus Spinther* fut le premier qui employa des toiles de lin pour couvrir les théâtres.

Dion rapporte, comme une preuve de l'excessive prodigalité

de César, que, dans une fête magnifique qu'il donna au Peuple Romain, les spectateurs étaient abrités sous des draperies en étoffes de soie, qui alors étaient extrêmement rares et se vendaient au poids de l'or.

Néron fit étendre sur le théâtre un *velarium* teint en pourpre et orné de broderies en or qui représentaient le char du soleil environné d'étoiles.

753. Lorsque l'on réfléchit à l'énorme grandeur des théâtres et des amphithéâtres romains, on est étonné qu'on ait pu y établir solidement des tentes assez vastes pour les couvrir, d'autant plus que l'on ne pouvait avoir aucun appui intérieur pour les soutenir. Le théâtre de Marcellus, bien plus petit que celui de Pompée, avait 417 pieds de diamètre; et le grand diamètre du colisée était de 580 pieds : ainsi, il s'agissait d'établir sur le premier un *velarium* demi-circulaire de 417 pieds de diamètre; et sur le second un *velarium* ovale, dont le grand diamètre est de 580 pieds. La difficulté de placer, de tendre et de soutenir un *velarium* aussi énorme augmente encore par la condition imposée, de le plier et de le déplier fréquemment et avec célérité. *Suétone* nous apprend que Caligula se donnait fréquemment l'étrange et barbare plaisir de faire découvrir instantanément l'amphithéâtre, où l'on donnait des combats de gladiateurs, quand le soleil était dans sa plus grande force; et alors, de défendre expressément aux spectateurs de quitter leur place. *Lampridius* rapporte (*a*), qu'une compagnie de matelots assistait aux spectacles dans l'amphithéâtre; parce que l'habitude qu'ils avaient d'ouvrir et de fermer les voiles des vaisseaux leur donnait l'aptitude de manœuvrer convenablement le *velarium*.

(*a*) *In com. à militibus classiariis.*

754. Examinons quelles pouvaient être les dispositions de ce *velarium*, et les mécanismes qui servaient à sa manœuvre.

755. Dans la partie supérieure du colisée, à Rome (voyez fig. 2, Pl. XXIV), on remarque de grands modillons *a a a*, dans lesquels se trouve une cavité; perpendiculairement au-dessus de chacun d'eux, correspond un trou foré dans l'entablement. Ces modillons et ces trous servaient pour y placer des mâts, auxquels devaient nécessairement se rattacher les cordes du *velarium;* l'enceinte totale du colisée devait avoir deux cent quarante modillons, ainsi deux cent quarante mâts étaient destinés à soutenir le *velarium*.

756. L'amphithéâtre de Pola et celui de Nîmes ont également des modillons et des cavités, à la partie supérieure du mur d'enceinte.

Ces monumens ne nous laissent donc plus aucun doute sur l'existence des mâts qui s'élevaient à des distances égales au-dessus du mur d'enceinte.

757. *Maffey* (*a*) rapporte que, dans une fouille que l'on fit dans l'amphithéâtre de Vérone, on retrouva une pierre qui avait appartenu au couronnement de l'édifice et sur laquelle on remarquait diverses traces formées par le frottement des cordes qui servaient à l'usage du *velarium*. Ces traces indiquent que les cordes n'avaient qu'environ 4 lignes de diamètre.

758. D'après ces notions, qui sont les seules que les monumens nous aient transmises, voici comment nous procéderions pour établir un *velarium* sur un amphithéâtre de grande dimension.

(*a*) *De gli anfiteatri e singolarmente del Veronese libri due nei quali si tratta quanto appartiene all'istoria, e quanto all'architettura, page* 292.

759. Nous ferions d'abord construire un ovale *aa* (fig. 5, Pl. XXIV), dont le diamètre serait le cinquième ou le sixième de celui de l'amphithéâtre : ainsi, pour le colisée, cet ovale aurait environ cent pieds de longueur, mesurés sur son grand diamètre.

760. L'ovale serait formé de trois rangs de madriers *cc*, *dd*, *ff*, superposés *plein sur joint* (fig. 4 et 5); des boulons *gg* traverseraient ces madriers pour les fixer, et seraient terminés par des anneaux *xx*, auxquels on attacherait les cordes, dont le nombre devrait être égal à celui des mâts placés au sommet de l'amphithéâtre (755).

761. A chacun des mâts serait attachée une poulie fixe, dans laquelle on passerait une des cordes dont nous venons de faire mention; alors des hommes, appliqués à toutes ces cordes, tireraient en même temps; l'ovale s'élèverait; et, lorsqu'il serait parvenu à une hauteur déterminée, on fixerait les cordes, et il se trouverait suspendu, comme on le voit fig. 3 et 5. L'ovale et les cordes formeraient alors un tronc de cône renversé, dont la surface supérieure produirait une sorte de plan incliné continu, sur lequel on pourra étendre une suite de voiles qui couvriront ce plan incliné. L'ovale restera ouvert par plusieurs motifs: 1°. pour laisser écouler l'eau en cas de pluie; 2°. pour donner issue aux exhalaisons produites par la grande multitude de personnes réunies; 3°. pour laisser introduire une clarté suffisante.

762. On ne peut concevoir aucun doute sur la solidité de l'appareil; puisqu'en admettant l'hypothèse que l'amphithéâtre fût le colisée, qui, comme nous l'avons dit, avait deux cent quarante mâts, l'ovale aurait été soutenu par deux cent quarante cordes.

763. Cela posé, la manœuvre des voiles est facile à expliquer. Chaque voile (fig. 8) a la forme d'un trapèze, et porte en des-

sous un certain nombre de tringles en fer parallèles entre elles, et placées perpendiculairement aux cordes qui soutiennent l'ovale; les tringles ont des anneaux que ces cordes enfilent. Des cordes sont attachées au bout inférieur de chaque voile, et vont aboutir à des poulies de renvoi attachées aux mâts; une force médiocre, appliquée à ces cordes, suffira pour retirer en arrière la voile; laquelle retombera par son propre poids, lorsque ces cordes seront lâchées.

764. Supposons maintenant que le *velarium* soit déployé, et qu'il s'agisse de le fermer subitement, il suffira de placer un nombre suffisant d'hommes qui, agissant sur les cordes des voiles, les attireront à eux simultanément, et les fixeront. Il est facile d'établir un petit toit qui couvre les voiles fermées et les empêche de se dégrader. Veut-on déployer le *velarium*, on déliera les voiles, et elles retomberont sur le plan incliné par leur propre poids.

765. On voit que, par le moyen que nous venons d'énoncer, la construction et la manœuvre du *velarium*, quelque grand qu'il soit, devient facile.

766. Cette construction est d'ailleurs la seule qui puisse expliquer d'une manière satisfaisante plusieurs faits que l'histoire rapporte. Martial parle d'un taureau qui fut élevé du milieu de l'arène jusqu'au *velarium*. On lit dans Dion, que, dans une fête funèbre donnée par Néron, un éléphant, avec son cornac, fut élevé au sommet de l'amphithéâtre, et ensuite redescendu. *Juvénal*, dans sa quatrième satire, fait mention de quelques enfans qui furent enlevés jusqu'au *velarium*. Tous ces faits supposent nécessairement que l'on pouvait établir solidement, sur le *velarium*, les appareils nécessaires pour produire ces tours de force. Or, en admettant l'usage de l'ovale, on voit combien il était facile d'adapter des moufles, dont les cordes auraient

abouti à des poulies de renvoi suspendues aux mâts. Pour ne pas ébranler le *velarium* durant ces manœuvres, on aurait eu le soin de faire agir simultanément des cordes correspondantes à des mâts diamétralement opposés.

767. En admettant la construction que nous venons d'indiquer, on explique, avec la plus grande facilité, de quelle manière étaient produites ces rosées artificielles, qui étaient en usage dans les spectacles romains, au moyen desquelles on modérait la chaleur : les historiens nous apprennent que l'on a poussé la recherche jusqu'à donner à cette petite pluie une odeur agréable, en y joignant quelques liqueurs odoriférantes.

768. Pour produire l'effet indiqué (voyez fig. 7, Pl. XXIV), il suffit d'attacher, aux cordes principales qui soutiennent le *velarium*, un tuyau *aa* en fer-blanc, foré, sur sa longueur, d'un grand nombre de petits trous, et lequel doit être fermé à son bout inférieur, et muni d'un entonnoir *y* à son sommet. Un certain nombre de tuyaux étant ainsi disposés, la rosée artificielle sera produite toutes les fois qu'on les remplira de liqueur.

Décorations théâtrales.

769. Voici ce que *Vitruve* nous apprend relativement aux décorations théâtrales des anciens (*a*). « La scène doit être dégagée et disposée de sorte qu'au milieu il y ait une porte comme celle d'un palais royal, et à droite et à gauche deux autres portes pour les étrangers. Derrière ces ouvertures on placera les *décorations*, que les Grecs appellent περιακτους (que l'on fait tourner), à cause des machines tournantes faites en triangle, sur lesquelles elles sont placées. A chacune de ces machines

(*a*) *Vitruve*, liv. V.

doivent être adaptées des décorations de trois espèces, qui serviront aux changemens qui se font en tournant leurs diverses faces : car cela est nécessaire dans la représentation des fables; elles servent aussi pour faire apparaître des divinités.

770. » Le mur, qui forme le fond de la scène, se replie à angle droit des deux côtés, et, dans chacune de ses parties latérales, on pratique deux autres entrées, par l'une desquelles les acteurs sont censés arriver de la campagne, et par l'autre, de la place publique.

771. » Il y a trois sortes de décorations théâtrales; la tragique, la comique et la satirique : celles qui se rapportent à la première, représentent des colonnades, des frontons, des statues, et, en un mot, les ornemens qui appartiennent à un palais. Les décorations de la scène comique représentent des maisons particulières avec leurs balcons et croisées. La scène satirique est ornée de bocages, de cavernes, de montagnes et d'objets champêtres. »

772. Le grammairien *Servius* (qui vivait sous Constantin) nous apprend, dans ses Commentaires sur les Géorgiques de Virgile, qu'outre les décorations placées sur les machines triangulaires, les anciens en avaient d'autres placées sur des châssis que l'on faisait couler dans des rainures et qui se tiraient de part et d'autre. Il appelle la première espèce *versatilis*, et la seconde *ductilis*.

Les anciens avaient des rideaux nommés *siparii*, pour cacher les changemens de décoration.

773. On lit dans *Pollux*, écrivain du temps de l'empereur Commode, qu'on voyait, dans les théâtres, des machines au moyen desquelles des divinités semblaient descendre du ciel ou arriver du fond des enfers, et que ces machines étaient mues par des contre-poids. *Suétone* rapporte, qu'à une représenta-

tion théâtrale à laquelle Néron assistait, un acteur qui jouait le rôle d'Icare éprouva malheureusement le même sort, alla tomber près de l'endroit où était l'empereur, et couvrit de sang tous ceux qui étaient autour de lui.

774. D'après le témoignage de *Vitruve*, il résulte que le lieu de la représentation était supposé dans l'espace au delà du mur *d d d d* (fig. 1, Pl. XXIV), qui circonscrivait l'avant-scène A A. Cette avant-scène, que les Grecs appelaient λογειον, et les Romains *Pulpitum*, était élevée de 10 à 12 pieds au-dessus de l'orchestre, avait une largeur égale au double du diamètre de l'orchestre; une profondeur qui équivalait seulement à un cinquième environ de cette largeur. L'avant-scène n'avait point de toit et ne pouvait avoir d'autres couvertures que des voiles.

775. Le mur *d d d d*, orné avec la plus grande magnificence, était une partie intégrante de l'édifice, et ne devait jamais être caché à la vue des spectateurs, comme plusieurs auteurs l'ont supposé, et notamment *Boindin*, dans un mémoire inséré dans le premier volume de l'Histoire de l'Académie des belles-lettres. Ce savant croyait que le *siparium* était suspendu aux deux angles de l'avant-scène, d'où on l'abaissait quand on voulait jouer, et on le relevait ensuite quand la pièce était finie.

776. Cette opinion n'est point admissible par plusieurs motifs :

1°. Les dimensions de ce rideau auraient été immenses, et la longueur de celui du théâtre de Marcellus aurait dû être de 200 pieds à peu près. Comment imaginer qu'un objet si pesant et si volumineux ait pu être manœuvré sur le devant de l'avant-scène, laquelle n'ayant point de toit, ne pouvait offrir des points de suspension, ni assez solides, ni assez nombreux.

2°. Si la supposition de *Boindin* était admissible dans ce cas, à quoi auraient servi les revêtemens de marbre précieux, les co-

lonnes, les statues, les bas-reliefs qui ornaient avec autant de somptuosité le mur qui entoure trois côtés de l'avant scène? Nous ne pouvons douter de cette somptuosité : car, non-seulement le témoignage de *Vitruve* en fait foi; mais les débris antiques du théâtre d'Herculanum l'attestent d'une manière indubitable.

777. *Boindin* est tombé dans une erreur encore plus grave, il suppose que les décorations étaient placées en avant du mur du fond de l'avant-scène. Voici comment il s'exprime : « La scène se subdivisait en trois parties. . . . La première et la plus considérable, s'appelait proprement la scène. C'était une grande face de bâtiment qui s'étendait d'un côté du théâtre à l'autre, et sur laquelle se plaçaient les décorations. Cette façade avait à ses extrémités deux petites ailes en retour qui terminaient cette partie, et de l'une à l'autre desquelles s'étendait une grande toile, à peu près semblable à celle de nos théâtres, et destinée aux mêmes usages; mais dont le mouvement était fort différent : car au lieu que la nôtre s'élève au commencement de la pièce et s'abaisse à la fin de la représentation, en se pliant sur le cintre, celle des anciens s'abaissait pour ouvrir la scène, et se levait dans les entr'actes pour préparer le spectacle suivant, parce qu'elle se pliait sur le théâtre, de manière que lever et baisser la toile, signifiait précisément chez eux le contraire de ce que nous entendons aujourd'hui par ces termes.

778. « Quant aux changemens de décorations, *Servius* nous apprend qu'ils se faisaient, ou par des feuilles tournantes qui changeaient en un instant la face de la scène, ou par des châssis qui se tiraient de part et d'autre comme ceux de nos théâtres. Mais, comme il ajoute que l'on levait la toile à chacun de ces changemens, il y a bien apparence qu'ils ne se faisaient pas encore si promptement que les nôtres. D'ailleurs,

comme les ailes de la scène sur lesquelles la toile portait, n'avançaient que de la huitième partie de sa longueur, les décorations qui tournaient derrière la toile, ne pouvaient avoir au plus que cette largeur pour leur circonférence. Ainsi il fallait qu'il y eût au moins dix feuilles sur la scène, huit de face, et deux en ailes; et, comme chacune de ces feuilles devait fournir trois changemens, il fallait nécessairement qu'elles fussent doubles et disposées de manière, qu'en demeurant pliées sur elles-mêmes, elles formassent une des trois scènes, et qu'en se retournant ensuite les unes sur les autres, de droite à gauche ou de gauche à droite, elles formassent les deux autres; ce qui ne pouvait se faire qu'en portant de deux en deux sur un point fixe commun, c'est-à-dire, en tournant toutes les dix sur cinq pivots placés sous les trois portes de la scène et sous les deux angles de ses retours. »

779. Il est d'autant plus nécessaire de combattre cette supposition, qu'elle a été adoptée sans examen par quelques auteurs estimés, qui ont écrit postérieurement. *Boindin* ne l'aurait point admise, s'il eût réfléchi aux dimensions colossales des théâtres antiques, dont l'ouverture de l'avant-scène avait, en terme moyen, plus de 200 pieds de largeur sur 60 d'élévation; tandis que l'ouverture de l'avant-scène de la salle de l'Opéra, rue de Richelieu, n'a que 43 pieds de largeur sur 36 de hauteur. La profondeur du *pulpitum* n'était, dans les théâtres antiques, que de 25 à 30 pieds; et la profondeur des théâtres modernes au delà du rideau, surpasse ordinairement 100 pieds. D'autre part, les théâtres anciens, étant découverts, ne présentaient en deçà du mur du *proscenium*, aucun autre point d'appui solide que ce mur même.

780. Cette disposition du théâtre des anciens, ne permettait nullement de placer les décorations en avant du mur du *prosce-*

nium, qui (comme nous l'avons déjà dit), décoré avec la plus grande magnificence, était destiné à être continuellement exposé aux yeux du public. Il serait absurde de croire que les anciens l'eussent embelli avec autant de recherche, si, de même que le mur du fond de nos théâtres, il eût été caché, ou par le rideau, ou par les décorations. Mais l'absurdité la plus choquante résulte des énormes dimensions qu'auraient dû avoir les châssis et les feuilles de décoration, si l'opinion de *Boindin* était admissible. Toute personne qui a quelques connaissances des constructions théâtrales, comprendra l'impossibilité de former et de manœuvrer des feuilles de décoration de 60 pieds de hauteur, sur 25 ou 30 de largeur.

781. Les décorations étaient placées au delà du mur du *proscenium* (voyez Pl. XXIV, fig. 1), sur des supports *v v v v v*, tournans et triangulaires. Ces supports, dont chacun soutenait trois feuilles de décoration, étaient placés derrière les cinq grandes ouvertures percées dans le mur, au delà duquel la scène ou le lieu de la représentation était supposé se trouver. Les acteurs sortaient, il est vrai, hors de ce lieu et venaient déclamer sur le *pulpitum*, pour se rapprocher davantage des spectateurs; de la même manière que nos acteurs modernes viennent sur l'avant-scène, et s'avancent souvent vers la rampe, quoique cette partie soit hors des limites des décorations, et se trouve correspondre sous l'ouverture de l'avant-scène, laquelle, ainsi que le mur du *proscenium* antique, est revêtue d'ornemens permanens, qui n'ont aucun rapport avec les décorations peintes.

782. Ainsi le *pulpitum* remplissait le même objet que l'avant-scène actuel, le mur du *proscenium* formait la façade permanente de la scène qui, à cause de sa grande étendue, était percée de cinq ouvertures; au lieu que la façade de l'avant-scène actuel, étant incomparablement plus petite, n'a qu'une seule ouver-

ture. Il résulte de cette disposition, que chacune des cinq ouvertures du *proscenium* devait avoir un rideau (*siparium*), que l'on élevait, ou que l'on baissait au commencement et à la fin des entr'actes. Lorsque les ouvertures n'étaient point fermées, on voyait à travers le lieu de la scène, figuré sur les toiles peintes adossées aux supports tournans.

Les anciens se servaient de machines pour faire apparaître les divinités. Ces machines étaient de trois espèces. La première n'était autre chose qu'une cavité ou niche, adossée à une des faces d'un support triangulaire; cette niche était décorée de différentes manières, et renfermait un Dieu que l'on faisait paraître et disparaître en tournant rapidement le support.

La seconde espèce servait pour les divinités infernales que l'on faisait sortir de dessous le plancher en ouvrant des trappes comme dans nos théâtres modernes.

La troisième espèce était destinée pour la descente des gloires et pour les enlèvemens. A cet effet, plusieurs grues tournantes, adaptées au sommet du mur du *proscenium*, servaient de points d'appui nécessaires pour ces sortes d'opérations, qui s'effectuaient à peu près de la même manière que dans nos théâtres, c'est-à-dire, à l'aide de cordes et de contre-poids.

Vitruve nous apprend que les Grecs avaient adopté l'usage de placer des vases d'airain sous les gradins, dans des cavités disposées à cet effet; ils croyaient que ces vases facilitaient la propagation du son. Cet usage était si commun, que les petites villes qui n'avaient point le moyen d'en avoir d'airain, en faisaient faire de poterie. *Vitruve* donne des détails assez étendus sur les moyens de disposer et de proportionner ces vases.

Article III.

Théâtres modernes.

783. L'opéra, spectacle mêlé de musique, de chants, de danses et de machines théâtrales, prit naissance en Italie au commencement du seizième siècle. En 1516 on représenta, devant le pape Léon X, la comédie de *la Calandra*, qui était en musique : les décorations, dont on se servit à cette occasion, furent peintes par *Baltazar Peruzzi*, excellent peintre et grand architecte (*a*).

784. La célèbre Académie olympique ayant été fondée à Vicence l'année 1555, les statuts de cette société littéraire prescrivaient que l'on s'occuperait de la déclamation, et que de temps à autre on représenterait des tragédies intéressantes et instructives. L'Académie fit d'abord construire un théâtre en charpente; puis elle chargea le fameux *Palladio* de tracer le plan d'un théâtre permanent : en effet, ce grand architecte fit construire, en 1580, un magnifique théâtre qui subsiste encore en bon état, et qui

---

(*a*) *Vasari* parle de ces décorations avec admiration : « Dans cette sorte d'ouvrage, dit-il, *Baltazar* s'acquit d'autant plus d'honneur, que le genre de la décoration n'existait point encore, vu la désuétude dans laquelle était tombé l'art de la poésie et des représentations dramatiques. Mais les décorations en question, pour avoir été les premières, n'en furent pas moins la règle et le modèle de celles que l'on fit depuis. On a peine à concevoir avec quelle habileté notre décorateur, dans un espace si étroit, fit représenter un si grand nombre d'édifices, de palais, de loges, de détails, d'entablemens, et avec une telle vérité qu'on croyait voir la réalité, et que les spectateurs, devant une toile peinte, se croyaient transportés au milieu d'une place véritable et matérielle, tant l'illusion avait été portée loin. *Baltazar* sut aussi disposer, pour son effet, avec une intelligence admirable, les lumières et l'éclairage de ses châssis, ainsi que toutes les machines qui ont rapport au jeu de la scène. »

forme un objet d'admiration pour les amateurs de la belle architecture.

785. Le théâtre olympique est le premier théâtre moderne permanent qui ait été construit: cependant il surpasse encore tous les théâtres connus, par sa solidité, sa beauté et sa magnificence. *Palladio* a adopté, pour le théâtre olympique, la forme et la disposition des théâtres romains, et il a suivi les préceptes donnés par *Vitruve*.

786. La partie de ce théâtre, destinée aux spectateurs, est une demi-ellipse, dont le grand diamètre, qui se trouve sur l'alignement de l'avant-scène, a environ 100 pieds. Treize gradins sont distribués autour de la demi-ellipse; et l'orchestre, qui se trouve compris entre les gradins et l'avant-scène, a 54 pieds de diamètre.

Au-dessus du dernier dégré s'élève une colonnade d'ordre corinthien qui règne sur toute l'enceinte des gradins, et qui produit un effet admirable: la colonnade est surmontée d'une balustrade garnie de statues.

787. L'avant-scène (*pulpitum*) a une ouverture de 70 pieds, et 20 pieds de profondeur; un mur, orné avec magnificence, forme le fond et les côtés latéraux de cet espace. Deux ordres d'architecture, des bas-reliefs et des statues décorent ce mur, qui est percé de cinq portes; savoir, trois sur la face et deux aux ailes en retour. Toutes ces portes donnent entrée à des rues où sont représentés, en relief, des temples, des palais et des maisons. Ces décorations ont été exécutées d'après les dessins de *Scamozzi*.

La hauteur de la salle est de 52 pieds, du dessus du pavé audessous du plafond, dont environ 18 sont occupés par les dégrés, 20 par la colonnade, de sorte qu'il reste environ 14 pieds de vide entre cette dernière et le plafond de la salle.

788. Plusieurs motifs ont empêché d'adopter, pour les théâtres qui furent construits postérieurement, la forme si élégante, si noble et si régulière du théâtre de Vicence. Les principaux sont, 1°. le goût des représentations théâtrales à machines, qui ne peuvent avoir lieu sur un théâtre ainsi distribué; 2°. l'usage que les gens riches ont adopté d'avoir des loges à leur disposition.

789. Le second théâtre permanent fut celui de Parme, que les princes de la maison Farnèse firent construire vers l'an 1600. C'est le plus grand des théâtres modernes, puisqu'il peut contenir plus de six mille spectateurs.

La salle, demi-circulaire, est garnie de quatorze rangs de gradins qui servent de soubassement à deux ordres d'architecture superposés qui supportent des galeries. Au bas des gradins règne une balustrade, sur les socles de laquelle sont placées des figures d'enfans qui portent des candélabres pour éclairer la salle.

Dans le milieu du rond-point de la salle est placée la loge du prince.

L'avant-scène forme deux retours d'équerre de chaque côté, et elle est décorée d'un grand ordre corinthien, dans les entre-colonnemens duquel sont placées des statues.

La scène a 120 pieds de profondeur sur 93 de large. Ce bel édifice est très-dégradé, et on n'y joue plus depuis 1733, parce que les représentations y sont trop dispendieuses.

790. L'ancien théâtre de Milan fut construit à peu près à la même époque, c'est-à-dire, vers 1600. Il a été détruit par un incendie en 1779, puis rebâti dans la même année avec plus de magnificence. Ce théâtre partage maintenant, avec le théâtre de Saint-Charles à Naples, la prééminence sur tous les autres théâtres d'Europe, pour la grandeur et la magnificence.

791. Le théâtre de Saint-Cassano, à Venise, fut construit en 1637; ce fut le premier disposé de manière à recevoir de nombreuses machines pour les changemens à vue.

792. Le théâtre de Modène, construit en 1638, servit de modèle au théâtre que Louis XIV fit construire aux Tuileries, sous la conduite d'*Avanzini*. Cette salle, qui a été renouvelée depuis, était appelée communément la salle des machines, parce que le célèbre *Servandoni* (architecte du portail de Saint-Sulpice) y donna des spectacles de décorations et de machines qui eurent beaucoup de célébrité.

793. Le théâtre de Turin est un des plus remarquables d'Italie, par sa grandeur, sa beauté, par le nombre de ses issues et des pièces de commodité qui l'accompagnent; il est attenant au palais du Roi, qui peut venir dans sa loge sans sortir de son appartement.

794. Voici une description sommaire de cet édifice, qui fut construit en 1740, sur les dessins du comte *Alfiéri*. Il occupe un emplacement de 252 pieds de long sur 100 de large. — Des arcades permettent aux voitures d'arriver jusqu'au vestibule. — La salle a la forme d'un fer à cheval: elle est garnie de six rangs de loges, de trente-une chacun, à l'exception du deuxième et du troisième rangs, qui n'ont que vingt-six loges, pour laisser libre l'emplacement qu'occupe la loge du Roi, qui est un magnifique salon de 18 à 20 pieds de diamètre.

795. Les loges ont chacune 6 pieds de largeur sur 6 pieds et demi de hauteur. Quatre escaliers, placés aux angles extérieurs de la salle, conduisent aux corridors qui entourent les loges. Les cloisons des loges sont convergentes au théâtre, mais on a eu soin d'éviter toute espèce d'angles aigus, qui auraient pu absorber les sons et en empêcher la continuité.

796. L'orchestre est placé sur une voûte renversée, dont la

disposition sert au renvoi des sons, et elle est bombée du côté du parterre, ainsi que toutes les banquettes qui y sont placées.

L'avant-scène a 42 pieds d'ouverture en largeur, et 39 pieds de hauteur à partir du bord supérieur de la rampe, qui est élevée de 5 pieds et demi au-dessus du sol de la salle.

797. La scène a 106 pieds de profondeur; elle forme deux parties, dont la première a 76 pieds de largeur sur 72 pieds de profondeur, et l'autre n'a que 48 pieds de largeur. Le mur du fond donne sur une cour de 24 pieds de profondeur, qui peut servir à prolonger la scène, et dans laquelle on peut faire des feux d'artifice. A côté de cette cour est pratiquée une rampe, par laquelle on peut faire entrer les chevaux.

798. L'Italie possédait plusieurs salles de spectacle magnifiques, et Paris n'avait encore qu'une salle très-mesquine, connue sous le nom d'Hôtel-de-Bourgogne, lorsque Louis XIV, en 1660, fit venir un architecte italien qui construisit la salle des Tuileries. Plusieurs salles, fort belles, existent maintenant dans cette ville, mais toutes laissent beaucoup à désirer, et aucune n'a un caractère monumental qui soit en harmonie avec la grandeur et la magnificence de la capitale de la France.

799. La clôture de la salle de l'Opéra (résultat de l'événement funeste que la France déplore), rend indispensable la construction d'un monument dont la beauté corresponde à la somptuosité des représentations auxquelles il serait destiné.

800. Les plus grandes salles de théâtre, maintenant en usage, ne contiennent que trois mille ou quatre mille spectateurs; elles sont composées de trois parties bien distinctes : 1°. la salle; 2°. le théâtre; 3°. les vestibules, foyers, salles, loges d'acteurs, et autres pièces accessoires.

801. La forme la plus généralement adoptée, est celle d'un fer à cheval. Les trois principales dimensions de la salle, c'est-

à-dire, la longueur, la largeur et la hauteur, doivent être à peu près égales. Dans les plus grandes salles connues, chacune de ces dimensions n'excède guère 60 pieds.

802. Les grandes salles d'Italie ont six rangs de loges uniformes, séparées par de simples cloisons, et dont la devanture est ornée de draperies.

L'ouverture de l'avant-scène est à peu près carrée, et rarement on lui donne 50 pieds de largeur. Celle de la salle de l'Opéra, rue de Richelieu, a 43 pieds de largeur et environ 36 pieds de hauteur. Cette partie doit être décorée avec magnificence.

Théâtre.

803. Il est essentiel que le théâtre ait une grandeur suffisante pour le jeu des machines; ses dimensions dépendent de celles de l'ouverture de l'avant-scène. L'expérience a démontré que la largeur la plus convenable d'un mur du théâtre à l'autre, en dedans d'œuvre, est le double, plus un cinquième, de celle de l'ouverture de l'avant-scène; et que cette largeur donne le moyen de manœuvrer les machines avec facilité et sans danger : les choristes, les danseurs, les comparses, trouvent à se placer sans gêner les ouvriers du théâtre.

804. Il faut autant d'élévation au-dessus de la plate-bande, ou voussure de l'avant-scène, qu'il y a de hauteur depuis le plancher de l'avant-scène jusqu'à la plate-bande. Cette élévation. sous le comble, se nomme le cintre.

805. La profondeur, sous le théâtre, doit aussi être égale à la hauteur de l'ouverture de l'avant-scène. Avec de telles dimensions, une décoration peut monter de dessous, et une descendre toute entière du cintre.

806. La longueur du théâtre doit être double de la largeur de

l'avant-scène, non compris l'espace depuis le rideau jusqu'à la rampe des lumières qui forme le bord du théâtre, laquelle est en saillie sur l'orchestre, et a une forme convexe.

807. La plancher doit s'ouvrir dans toutes ses parties, et cependant il doit être construit avec la plus grande solidité. Il est couvert de planches mobiles en bois de sapin, de quinze lignes d'épaisseur, bien sèches et sans nœuds. Ces planches sont soutenues par de fortes poutres, ou sablières, qui sont placées suivant la distribution des *rues* ou *plans du théâtre*. On appelle ainsi les lieux où se meuvent les châssis des décorations : chaque rue sert ordinairement à trois châssis de chaque côté.

808. Le théâtre de l'Opéra était distribué sur treize rues ou plans. Dans chaque rue on distingue des fermes, des trappes, des trappillons et des châssis. On entend par fermes, l'assemblage de six sablières, qui occupent une largeur de 3 pieds; elles laissent entre elles cinq intervalles, dont le premier, le troisième et le cinquième servent pour le passage des châssis, et ont quatorze lignes de largeur; les deux autres ont huit pouces chacun.

809. La distance entre une ferme et l'autre est de 3 pieds 4 pouces. Elle est couverte par les trappes, qui ne sont autre chose que des tables qui ont environ 3 pieds 8 pouces de longueur. On appelle trappillons les planches qui couvrent les vides que laissent entre elles les sablières qui composent une ferme.

810. Les trappes et les trappillons, forment le plancher du théâtre, et sont posés de manière qu'ils peuvent se placer et se déplacer à volonté dans toute la partie du théâtre, comprise entre les lignes qui marquent les limites des décorations; mais ils sont fixées à demeure dans les parties latérales au delà de ces lignes.

811. La mobilité des trappes donne lieu d'établir instantané-

ment des vides pour donner passage aux objets qui doivent monter du dessous et paraître sur la scène.

812. Sous le plancher du théâtre (Pl. XXV), se trouvent deux ou trois autres planchers qui servent au service des machines. Tous ces planchers sont soutenus par des sablières qui correspondent bien exactement à celles qui composent les fermes du plancher principal. Des montans perpendiculaires *a a a a*, servent à porter les sablières. Ces montans sont placés à 7 pieds d'écartement l'un de l'autre; et ils ont de 4 à 6 pouces de grosseur, et une longueur de 18 à 24 pieds. De grosses pièces de bois *b b*, nommés plates-formes, servent de base à ces poteaux, et elles reposent sur de petits murs M M, en maçonnerie. Ces mêmes plates-formes servent en outre de supports à plusieurs rangs de treuils, au moyen desquels on fait mouvoir les châssis des décorations comme nous l'expliquerons bientôt.

813. En posant la charpente des planchers on doit avoir la précaution de donner, aux parties verticales, 2 pouces environ de surplomb, vers le fond du théâtre, pour qu'elles puissent mieux résister aux mouvemens que la scène éprouve dans les manœuvres journalières et qui tendent, à cause de la pente du théâtre, à les faire pencher vers l'orchestre.

814. Les chariots *c c* des décorations se meuvent sur le plancher *d* qui se trouve immédiatement au-dessous de celui du théâtre.

815. Les écartemens d'une rue à l'autre sont entretenus, dans le vide des trappes, par des *entre-toises* en bois, servant de solives pour tous les planchers; ces entre-toises, sont fixés entre les sablières, par des crampons de fer qui entrent très-juste dans des *gâches* arrêtées aux sablières. Des crochets en fer sont placés dans les espaces des trappillons, pour en empêcher l'écartement.

816. Les planchers inférieurs sont couverts de planches de sapin, assemblées à rainures et à languettes.

Nous avons dit que chaque ferme du plancher supérieur est composée de six sablières; les fermes correspondantes des autres planchers ne sont composées que de trois sablières; mais celles-ci ont 8 pouces de largeur sur 5 de hauteur, tandis que les premières n'ont qu'environ 3 pouces d'équarissage : elles sont accouplées deux à deux pour former une rainure dans laquelle se meut un châssis de décoration. Dans les sablières du premier plancher en dessous, sont encastrées des barres de fer sur lesquelles se meuvent les roulettes des chariots.

817. Deux planchers sont placés sous le comble, pour servir à la manœuvre des rideaux et des décorations du haut. Sous ces planchers se trouvent quatre corridors adossés aux murs, deux de chaque côté; et plusieurs ponts volans sont suspendus à la charpente du toit. Des escaliers sont placés aux quatre angles du théâtre, pour monter aux corridors et aux planchers du comble.

818. Les premiers corridors *m m* (Pl. XXV), sont élevés de 32 pieds environ au-dessus du plancher du théâtre auquel ils sont parallèles, c'est-à-dire, qu'ils suivent dans leur longueur la même pente, et cela pour que tous les châssis puissent passer également dessous. C'est sur ces corridors que se placent les ouvriers qui doivent lâcher les cordes de retenue des machines du haut.

819. Les corridors supérieurs *h h* sont de niveau sur leur longueur; ils portent tous les contre-poids, les treuils et leurs équipages. Des échelles sont fixées en dehors, tout le long de ces corridors pour pouvoir monter dans tous les endroits du comble.

820. Le comble a deux planchers. L'inférieur *g* posé sur les

grands entraits r r, se nomme le *gril*, parce qu'il est à claire-voie et que les planches qui le couvrent sont placées à distances égales. Ce plancher est destiné à porter les cylindres, les moufles et les cordages qui font mouvoir le rideau, les toiles du fond, les plafonds et les bandes d'air. Les solives de ce plancher sont espacées à 2 pieds 9 pouces l'une de l'autre et ont de 5 à 7 pouces d'équarissage.

821. Le second plancher *f*, dans la hauteur du comble est placé sur les petits entraits *t t*. Il est fait en gril et semblable au précédent. Son usage est de recevoir les machines qui enlèvent les plafonds des salles de bal, de concert, et tous les autres objets qui se rapportent à un service extraordinaire.

822. Au-dessous du plancher *g* et entre les corridors sont suspendus des ponts de communication de deux espèces. Les uns *à demeure*, sont en sapin, ont une longueur égale à la distance entre les corridors et ont 15 pouces de large et 2 pouces et demi d'épaisseur. Ils sont portés par des pièces de bois fixées solidement aux solives du plancher *g*, par des étriers en fer. Des deux côtés de chaque pont sont attachés des appuis ou gardes-fous en bois. Ces ponts sont placés ordinairement à 6 pieds sous le plancher *g*. Ils servent particulièrement aux ouvriers chargés de régler toutes les toiles.

823. Les autres ponts sont *volans* et ne sont suspendus que par des cordages : ils n'ont d'autre appui ou garde-fou qu'une corde tendue horizontalement. On les fait de planches de sapin, de 10 pouces de large sur 15 lignes d'épaisseur. Ils servent aux allumeurs qui se placent dessus, pour faire le service des lumières qui doivent éclairer les plafonds et les bandes d'air.

824. Les *fermes* de charpente qui soutiennent le comble d'un grand théâtre ont une grande portée et doivent soutenir de

grands poids. On calcule que chaque ferme du théâtre de l'Opéra porte habituellement un poids de trente milliers. On ne saurait donc employer trop de soin pour les rendre solides sans qu'elles soient massives.

825. La distribution des fermes du comble doit exactement correspondre à l'espacement des rues, et elles doivent être exactement parallèles à leur direction. Ainsi, si les rues ont 6 pieds 4 pouces de largeur; l'espace d'une ferme à l'autre sera de 12 pieds 8 pouces de milieu en milieu. Le milieu de la première ferme, vers l'avant-scène, doit correspondre à un pied en devant du premier châssis au deuxième plan, et les autres seront placés, comme nous l'avons dit, de 12 pieds 8 pouces en 12 pieds 8 pouces.

826. La correspondance exacte des fermes du comble avec les rues du théâtre est indispensable, pour que les toiles du comble se combinent convenablement avec les feuilles de décoration placées sur les châssis d'en bas.

827. On diminue la portée du comble en élevant perpendiculairement deux gros poteaux posés sur un mur de maçonnerie, pour soutenir chaque ferme. Ils faut que ces poteaux soient placés de telle manière qu'ils ne puissent gêner le jeu des décorations. Dans quelques théâtres, au lieu des poteaux, on a construit des murs percés d'arcades. L'espace derrière les poteaux ou bien derrière les murs en arcades sert à ranger, case par case, les châssis de chaque décoration.

828. Au fond du théâtre et à 6 pieds du mur principal, on pratique dans toute la largeur, jusqu'à l'aplomb des corridors du cintre, un couloir qui doit avoir 8 pieds de haut, afin que des troupes armées y passent aisément, lorsqu'elles doivent défiler à plusieurs reprises sur le théâtre. Au-dessus de ce couloir, on fixe dans le mur, de 6 pieds 6 pouces en 6 pieds 6 pouces,

des tablettes pour y déposer les toiles à l'usage des cintres, plafonds et rideaux.

Le plancher du théâtre doit être exactement de niveau dans sa largeur, et sur sa longueur il doit être en plan incliné dont la pente est d'un demi-pouce par pied.

Des pièces accessoires annexées au théâtre.

829. Un théâtre organisé à l'instar de l'Opéra de Paris, doit avoir un grand nombre de pièces à l'usage des acteurs. Il lui faut : 1°. deux foyers, l'un pour la danse et l'autre pour les acteurs chantans. Ils auront chacun au moins 36 pieds de longueur sur 20 de largeur. Le foyer de la danse aura un plancher convenablement élastique et dont la pente soit la même que celle du théâtre. Une grande glace sera située au bas de la pente, pour que les danseurs puissent se voir en pied.

2°. Cinquante ou soixante loges d'acteurs distribuées à différens étages dans les ailes de la salle et des deux côtés du théâtre;

3°. Deux grandes loges pour les choristes ; l'une pour vingt-quatre hommes et l'autre pour autant de femmes.

4°. Deux grandes loges pour habiller dans chacune, cent cinquante comparses ; elles seront accompagnées d'un magasin pour y placer les armes et autres objets ;

5°. Deux loges pour y habiller vingt petits garçons et vingt petites filles ;

6°. Deux pièces voisines au théâtre, pour y déposer momentanément les guirlandes, les corbeilles et autres accessoires qui doivent servir dans le cours de la représentation.

Des magasins pour les décorations devraient être annexés au théâtre ou placés dans un édifice voisin.

830. La commodité du public exige plusieurs pièces vastes et convenablement ornées.

1°. Un grand vestibule ou galerie couverte devrait abriter toutes les personnes qui sont à la queue pour attendre la distribution des billets ;

2°. De grandes arcades séparées de ce vestibule devraient permettre aux voitures de se présenter à couvert devant une des portes du second vestibule du théâtre, et de sortir sans encombrement ;

3°. Le second vestibule aboutira à de grands escaliers conduisant au parterre et aux loges. Ce vestibule qui devra être bien chauffé l'hiver, sera garni, dans son pourtour, de siéges commodes à l'usage des dames qui, à la sortie du spectacle, attendent leurs voitures ;

4°. Deux escaliers, aussi vastes et aussi commodes que possible, doivent aboutir aux corridors environnant les loges ; ces corridors seront spacieux, surtout aux premières et aux secondes loges, où la circulation est plus active ;

5°. Dans chacun de ces corridors devront se trouver des cabinets d'aisance à fosses mobiles inodores, ou bien des lieux à l'anglaise, munis de soupapes et de robinets. Il est essentiel d'éviter soigneusement toutes les odeurs et les émanations désagréables près d'une salle dont l'air se trouve déjà vicié par la multitude de personnes qui y sont concentrées.

831. Il est étonnant que la plupart des salles de spectacle soient dépourvues de ventilateurs. La police devrait exiger impérieusement que ces appareils salutaires ne soient point oubliés. Pour purifier l'air dans un théâtre, il suffirait d'établir des tuyaux qui partiraient du plafond de la salle et iraient aboutir à un fourneau d'appel qui attirerait l'air corrompu, lequel serait remplacé par de l'air pur qui serait introduit par d'autres tuyaux qui communiqueraient du dedans au dehors.

832. S'il est important de renouveler l'air, il ne l'est pas

moins de prévenir les vents coulis qui sont si incommodes et si nuisibles. A cet effet, il faut que le dessous du plancher du parterre soit plafonné pour fermer le passage à l'air (ce plancher doit être en pente vers le théâtre, d'un pouce et demi par pied). Les portes de la salle devront être garnies de *tambours* et de *portes-battantes*.

Il serait utile que l'intérieur des loges fût plafonné.

833. M. *Boullet* (*a*) suggère de chauffer la salle du théâtre et la scène, par des fourneaux placés dans les souterrains. Ces fourneaux, renfermés dans une pièce voûtée, seraient posés sur des pieds élevés, dans de larges cuvettes de plomb, entretenues pleines d'eau. Des tuyaux de chaleur partiraient de ces fourneaux et aboutiraient dans la salle, sur le théâtre, dans les escaliers et dans les corridors.

Moyens de préserver les théâtres du danger du feu.

834. Le feu étant l'ennemi le plus redoutable des salles de spectacle, on ne saurait employer trop de moyens pour le combattre avec avantage. On a adopté à l'Odéon, nouvellement reconstruit, des précautions qui méritent d'être imitées dans toutes les autres salles. M. *Boullet* les avait depuis long-temps proposées. Voici en quoi elles consistent principalement. Un mur sépare la salle du théâtre ; il n'a d'autre ouverture que celle de l'avant-scène, qui peut se fermer complétement à l'aide d'un rideau métallique. Le mur s'élève au-dessus du toit ; il est terminé par des degrés praticables de chaque côté, afin de présenter en cas d'incendie, un accès facile aux pompiers. Un autre mur entoure la salle et le théâtre, et les sépare des loges

---

(*a*) Essai sur l'art de construire les théâtres.

d'acteurs et autres pièces de service. On conçoit combien ces murs sont utiles pour arrêter la propagation du feu et pour limiter les effets funestes d'un incendie.

835. Il importe essentiellement qu'une salle de spectacle ait plusieurs réservoirs d'eau, lesquels doivent être établis, soit sous le théâtre, soit dans le haut. Ces derniers seront placés au sommet des quatre escaliers de service, qui doivent se trouver aux angles du théâtre. Ces réservoirs doivent être constamment pleins.

836. Un corps-de-garde de pompiers doit être annexé à chaque théâtre ; il sera voûté solidement, et assez spacieux pour que douze hommes puissent y manœuvrer facilement une grande pompe, toujours en bon état, et dont le tuyau aboutira à un puits.

837. Voici une série de précautions très-sages que M. *Boullet* indique : 1°. quatre pompiers veilleront continuellement dans leur corps-de-garde ; 2°. indépendamment des pompiers, d'autres militaires seront en surveillance perpétuelle à la proximité du théâtre, pour que l'on ait toujours prêts des hommes en état de courir à la pompe ; 3°. il y aura toujours de garde un ouvrier de chacune des trois parties du théâtre ; savoir, un du cintre, un du théâtre, et un du dessous ; parce que l'habitude de leurs travaux leur donne une grande facilité pour se porter chacun dans les manœuvres qu'il connaît parfaitement et y donner du secours ; 4°. un grand nombre de seaux pleins d'eau seront placés en divers lieux du théâtre ; ils seront munis d'une grosse éponge à l'aide de laquelle il sera facile d'éteindre le feu qui pourrait prendre aux châssis et aux toiles.

838. M. *Boullet* a observé que le feu n'a point d'action sur le bois recouvert d'un pouce de plâtre. « J'ai vu, dit-il, après les incendies des trois théâtres où je me suis trouvé, des jam-

bages de pierre réduits en chaux, et des linteaux de bois conservés intacts sous le plâtre. » Il propose conséquemment de revêtir de plâtre les bois qui seront susceptibles de l'être, sans nuire aux manœuvres, et aux mouvemens des machines.

839. M. *Boullet* a observé en outre que l'action du feu n'est pas aussi prompte sur les toiles peintes (à la colle) des deux côtés que sur celles qui ne le sont que d'un seul côté; et que les premières brûlent très-lentement et sans flamme. Cette observation lui fait désirer que les toiles des décorations soient enduites, des deux côtés, d'une première couche de colle dans laquelle on aura délayé du plâtre très-fin passé au sas.

Éclairage des spectacles.

840. Les salles de spectacle, en Italie, n'ont point un grand lustre au milieu, comme les salles de France. Deux motifs importans l'ont fait exclure : 1°. il empêche un certain nombre de spectateurs placés dans les loges de bien voir le spectacle; 2°. il nuit aux décorations, en détruisant les effets de nuit, de demi-jour, et les nuances de lumières nécessaires pour produire l'illusion.

841. *Servandoni*, pour concilier la mode, depuis long-temps établie en France, d'avoir un lustre, avec l'avantage de présenter les décorations de la manière la plus favorable, a pris le parti de faire descendre le lustre avant le lever du rideau et dans les entr'actes; mais de le faire remonter sous le plafond, toutes les fois que le rideau s'élève. Ce moyen pouvant produire quelque inquiétude aux personnes placées sous le lustre, au parterre, M. *Boullet* a suggéré de couvrir le lustre, pendant la représentation, par le moyen d'une cloche de gaze bleu-clair, que l'on remonterait pendant les entr'actes; cette gaze coulerait sur des fils de laiton. Le lustre, couvert de sa gaze, main-

tiendrait un jour doux et égal dans toutes les parties de la salle, et ne nuirait pas aux effets du théâtre.

842. L'éclairage des salles de spectacle a reçu un grand perfectionnement par l'emploi des lampes à double courant d'air, inventées par *Argand*, *Meunier* et *Quinquet*. Cette précieuse invention, que tout le monde connaît, consiste à former des porte-mèches circulaires, fort minces, qui laissent un canal intérieur, au moyen duquel l'air peut passer à travers de la flamme; un tube de verre entoure la flamme et la surmonte. Ce tube, inventé par *Quinquet*, se rétrécit, c'est-à-dire, il a un moindre diamètre à un pouce d'élévation qu'à sa base, l'effet est d'accélérer le courant d'air qui traverse la flamme, à peu près comme il arrive aux tuyaux qu'on adapte aux fourneaux chimiques. Une crémaillère est adaptée au porte-mèche, et un pignon, qui engrène avec sa denture, sert à élever plus ou moins la mèche pour rendre la lumière plus ou moins forte.

843. Cette lampe exige un récipient supérieur qui intercepte une portion des rayons lumineux. Plusieurs artistes ingénieux ont imaginé successivement divers moyens plus ou moins compliqués, pour placer le récipient dans le piédestal de la lampe, et à remplacer sans cesse l'huile que la flamme consomme par une nouvelle quantité, qu'un mécanisme, disposé à cet effet, puise dans le récipient inférieur et élève jusqu'à la hauteur de la mèche. Ce mécanisme dans la lampe de M. *Girard*, est une fontaine de *Héron* (502), et dans la lampe de *Carcel*, ce sont de petites pompes mues par un rouage qui a un barillet (42) pour moteur. M. *Gagneau* a simplifié le mécanisme de cette dernière lampe.

844. Au commencement du siècle dernier, les salles de spectacle, à Paris, étaient éclairées d'une manière aussi désagréable que désavantageuse. Un assez grand nombre de lustres étaient

suspendus au plafond; une partie éclairait la scène, l'autre éclairait la salle; ces lustres, étant garnis de chandelles de suif, il fallait déranger fréquemment les spectateurs pour les moucher. Les plaintes réitérées du public firent supprimer plusieurs de ces lustres; alors on suppléa à ceux de l'avant-scène en renfonçant les lampions de la rampe, et on substitua la cire au suif. Enfin, on s'est déterminé à réunir en un seul tous les lustres de la salle.

845. Le mode actuel d'éclairage présente encore de nombreux inconvéniens; l'illustre *Lavoisier* a proposé des moyens pour y remédier, et il a publié un mémoire intéressant sur l'éclairage des spectacles; ce mémoire est inséré dans l'Histoire de l'Académie des Sciences, pour l'année 1781.

846. *Lavoisier* examine d'abord les défauts de l'éclairage usité. « Premièrement, dit-il, il règne dans toutes les parties de la salle qui ne sont pas éclairées par la rampe, notamment à l'orchestre, à l'amphithéâtre et même dans une partie des loges, une obscurité telle qu'on y reconnaît difficilement à quelque distance les personnes qui y sont placées et qu'on ne peut lire qu'avec peine. Tandis qu'une partie des spectateurs est ainsi dans l'ombre, la rampe éclaire d'une manière trop vive la partie de la salle voisine du théâtre; l'espèce d'éblouissement qui en résulte, nuit à la distinction des objets placés sur le théâtre..... Le lustre étant interposé entre le spectacle et quelques-uns des spectateurs, il est impossible qu'ils n'en soient plus ou moins offusqués; d'ailleurs les rayons qui partent de ce corps éclairant, allant frapper l'œil du spectateur dans une direction qui est à peu près la même que celle dans laquelle il voit la scène, les objets placés sur le théâtre, en sont obscurcis d'autant, au point même qu'on perd entièrement de vue ceux qui sont médiocrement éclairés. »

847. Pour remédier à ces inconvéniens, *Lavoisier* propose de bannir tout lustre, tout corps éclairant, de la partie de la salle qui est occupée par les spectateurs; et d'y substituer des lampes à réverbères elliptiques insérés dans le plafond ; elles auraient l'avantage de ne dérober à personne la vue d'une partie du spectacle ; et d'ailleurs elles rempliraient l'office de ventilateurs. La lumière réfléchie par chacun de ces réverbères partirait du foyer inférieur de l'ellipse pour se répandre avec égalité dans la salle; et il suffirait de les multiplier et de les bien placer, pour éviter les mauvais effets que peuvent produire les ombres projetées du haut en bas.

848. *Lavoisier* a fait un essai en grand de ce mode d'éclairage, dans le grand salon d'exposition au Louvre. On construisit dans ce vaste local un simulacre de salle de spectacle, ayant 39 pieds de hauteur. Trois ouvertures furent percées dans le plafond pour y placer trois réverbères elliptiques. Voici le résultat de l'expérience. La lumière était plus forte dans le bas et à la hauteur des premières loges que dans la partie destinée à former les troisièmes ; il se réfléchissait aussi horizontalement une portion des rayons qui rasaient le plafond et qui portaient de la lumière jusque dans la partie la plus élevée de la salle ; et, quoiqu'il n'y eût que trois lampes, les parties les moins éclairées, l'étaient encore assez pour qu'on pût lire partout des caractères très-fins. On a remarqué que le plafond n'était point assez éclairé.

849. D'après ces résultats, *Lavoisier* a reconnu : 1°. qu'il serait convenable de placer, sur la corniche de la salle, des lampes à réverbère, dont la lumière, dirigée vers le haut, éclairerait convenablement le plafond ; 2°. que le nombre des réverbères elliptiques devraient être au moins de neuf dans les salles d'une grandeur moyenne.

850. *Lavoisier* a ensuite examiné si les lumières de la rampe pourraient être disposées d'une manière plus avantageuse qu'elles ne le sont habituellement; et il a reconnu qu'il serait utile de leur adapter des réverbères qui, en réfléchissant tous les rayons lumineux vers le théâtre, produiraient le double avantage de ne point éblouir les spectateurs placés dans la salle, et de répandre sur la scène une lumière plus intense. Ces réverbères devraient être construits de manière à éviter la perte des rayons lumineux qui se perdent au-dessous du plan horizontal.

Pour bien comprendre l'avantage des réverbères ainsi disposés; il faut se faire une idée juste des effets qu'un réverbère est susceptible de produire.

851. « Un réverbère, dit *Lavoisier*, n'est autre chose qu'un miroir métallique destiné à porter vers l'objet à éclairer une portion de lumière qui se portait dans quelque partie où elle était inutile. Cette réflexion de la lumière ne se fait pas sans perte; quelque parfait que l'on puisse supposer un réverbère argenté, il absorbe toujours une partie des rayons qu'il reçoit, et comme il se graisse, qu'il se salit, et se dépolit par l'usage, on doit toujours compter sur un déchet d'environ moitié.

852. » Il suit de cette définition, que toute les fois qu'il n'y a pas de lumière perdue, mais qu'au contraire la totalité est utilement employée, il n'y a pas lieu d'adapter un réverbère au corps éclairant, et c'est ce qui arrive lorsqu'il est destiné à éclairer la totalité d'une sphère; c'est alors le cas d'abandonner la lumière à son propre cours, et il n'y a qu'à perdre à la réfléchir. Il n'en est pas de même lorsqu'on n'a besoin de répandre la lumière que dans une portion de la sphère du corps lumineux, alors le réverbère est destiné à réfléchir la portion de lumière qui aurait été perdue, à l'ajouter à la lumière directe, et on profite ainsi, autant qu'il est possible, de la totalité des rayons. »

853. Il est évident que c'est le cas des lumières de la rampe, où il n'y a qu'un tiers de la sphère lumineuse des lampions qui soit employé utilement; le reste se perd ou est nuisible, parce qu'elle fatigue la vue du public.

854. Il n'est pas moins important d'établir des réverbères aux lumières placées derrière les châssis pour éclairer les décorations; car la partie de la sphère lumineuse qui tombe sur le châssis auquel elles sont adossées est en pure perte; non-seulement il y a économie, dans ce cas, à employer des réverbères, mais il en résulte un avantage réel du côté de l'effet. Pour rendre ce dernier avantage encore plus précieux, *Lavoisier* propose de rendre le réverbère mobile, de manière que l'on puisse diriger à volonté une plus grande masse de lumière vers la partie de la décoration qui doit être plus fortement éclairée.

855. Les toiles du fond sont rarement bien éclairées, surtout si le théâtre a beaucoup de largeur. Cette partie de la décoration qui est toujours vue de face, et qui représente des perspectives et des lointains, est une des plus importantes relativement à l'illusion qu'elle doit produire sur les spectateurs; il est donc nécessaire qu'on puisse l'éclairer plus ou moins à volonté, et ce ne sera que par ce moyen que l'on pourra rendre avec vérité les divers instans du jour, l'ardeur du soleil, la lumière sombre d'un orage ou d'une tempête, un lever ou un coucher du soleil, une nuit, un clair de lune, etc. Ces différens objets peuvent se remplir d'une manière très-simple, par le moyen de réverbères paraboliques, ou même simplement sphériques, placés au-dessus de l'avant-scène, en dedans du théâtre, dans la partie que l'on appelle le cintre.

856. Ces réverbères seraient mobiles, afin de diriger la lumière dans les parties qu'on jugerait à propos d'éclairer le plus: des gazes plus ou moins épaisses, qu'on pourrait légèrement

colorer, des toiles claires que l'on baisserait par-devant pour intercepter plus ou moins de lumière, formeraient le degré de nuit ou d'obscurité que l'on jugerait à propos, et donneraient à la lumière toutes les teintes que les circonstances pourraient exiger.

857. *Lavoisier* prescrit de ne pas se servir de réverbères planés, dont la courbure n'est jamais parfaitement exécutée; mais de donner la préférence à ceux fondus, surtout pour les grands réverbères qui ne doivent point être déplacés.

Article IV.

Décorations et machines théâtrales.

858. L'art du décorateur de théâtre se compose de deux arts bien distincts : celui du peintre décorateur, et celui du machiniste. *Baltazar Peruzzi* est le premier artiste moderne qui se soit appliqué à la peinture des décorations théâtrales, et c'est peut-être celui qui l'a portée au plus haut degré de perfection. Contemporain de *Raphaël* et de *Michel-Ange*, il était meilleur architecte que ces deux grands artistes ; et comme peintre, il les suivit quelquefois de bien près. Il réunissait aux talens d'architecte et de peintre celui de machiniste.

859. Plusieurs habiles maîtres succédèrent à *Peruzzi ;* les plus célèbres sont les suivans : *Sabattini*, qui nous a laissé un petit traité fort curieux sur l'art de peindre et de construire les décorations théâtrales; *Bibiena*, qui réunissait une imagination vive et féconde à un goût bizarre et déréglé. Il y eut plusieurs habiles peintres de décorations qui portèrent le nom de *Galléari*. M. *Landreani*, de Milan, jouit maintenant d'une grande réputation, et il est en effet arrivé à un degré de perfection difficile à surpasser.

860. *Servandoni* a contribué singulièrement à perfectionner en France l'art du décorateur et celui du machiniste. Il eut pendant dix-huit ans la direction de l'Opéra de Paris ; et il obtint de donner à son profit, dans la salle des Tuileries, des spectacles de simple décoration ; ces spectacles, d'un genre tout nouveau, excitèrent l'admiration du public. Sa première représentation fut celle de Saint-Pierre de Rome, où l'on admira la justesse des proportions, l'heureuse distribution des jours et des ombres, et le parfait accord de l'ensemble qui produisait une illusion complète.

861. La décoration de Pandore surprit encore plus. L'ouverture de la scène représentait le chaos et sa destruction. L'image de la nature, telle qu'elle est décrite sous l'âge d'or, succéda à cette confusion ; et ces divers changemens servirent de prologue à l'histoire de Pandore. Son enlèvement au ciel par Mercure, son séjour dans l'Olympe pour y recevoir les présens des dieux, le don de la fameuse boîte, son retour sur la terre, formaient une suite de scènes intéressantes. Plus de deux mille figures, parmi lesquelles il y en avait beaucoup de réelles, représentaient les dieux et les déesses avec leur suite, et paraissaient se mouvoir continuellement. Cette grande représentation finissait par l'ouverture de la boîte fatale.

862. Une suite de représentations non moins intéressantes attirèrent la foule au théâtre des machines. On admira spécialement la descente d'Énée aux enfers, la forêt enchantée, les aventures d'Ulysse, l'histoire d'Héro et Léandre, celle d'Alceste, etc.

863. Les fêtes qui eurent lieu en 1738, à l'occasion du mariage de madame Louise-Élisabeth de France avec don Philippe, infant d'Espagne, donnèrent lieu à *Servandoni* de déployer les ressources de son génie. Il choisit le bassin de la Seine, entre le Pont-Neuf et le Pont-Royal, pour y placer de

belles et magnifiques décorations disposées ainsi qu'il suit. Un vaste édifice s'élevait sur le terre-plein du Pont-Neuf ; c'était un temple *périptère*, dont les colonnes d'ordre dorique avaient 4 pieds et demi de diamètre , et étaient posées sur un *stylobate* continu. Le plafond de cette colonnade était en compartimens réguliers de grands caissons carrés, ornés de rosaces. L'entablement était surmonté d'une balustrade ornée de statues et de vases.

864. Entre les deux ponts paraissait, sur des bateaux accouplés, un salon octogone. Les bateaux étaient masqués par des rochers qui semblaient sortir de l'eau. Huit grands escaliers conduisaient à une terrasse qui environnait le salon. Ce salon était percé de huit arcades, du cintre desquelles pendaient des lanternes de toile transparente. Au-dessus de cet édifice s'élevait une colonne isolée, illuminée par des rangées de lanternes. L'intérieur de la salle était garni de gradins en amphithéâtre, occupés par un grand nombre de musiciens.

865. *Servandoni* était élève de *Pannini*, fameux peintre d'architecture. Le magnifique portail de Saint-Sulpice , transmettra son nom à la postérité.

Décorations.

866. Les décorations sont composées : 1°. de châssis ou *feuilles de décorations ;* 2°. de grands rideaux nommés *toiles de fonds ;* 3°. de toiles qui couronnent les décorations et que l'on désigne par le nom de *plafonds* dans les décorations qui représentent des intérieurs de temples , de palais et d'appartement , et par celui de *bandes d'air* ou *ciels* dans les autres espèces de décorations ; 4°. de *fermes ;* c'est ainsi que l'on nomme des châssis de façade que l'on fait remonter de dessous le théâtre ; 5°. de décorations accessibles, telles que les montagnes, les rochers, les degrés qui conduisent à des lieux élevés.

Châssis.

867. Les châssis de l'Opéra de Paris ont de 18 à 27 pieds de haut sur 8 pieds de large; chacun pèse environ 110 livres. Un châssis est composé de traverses légères en sapin, qui doivent être assemblées à simples entailles et non pas à tenons et mortaises, qui rendraient les réparations trop difficiles. Le bord extérieur du châssis est garni de bois mince ou *volige*, que l'on découpe comme l'exige le contour de la décoration.

868. Les toiles se clouent sur des châssis avec des broquettes, à un pouce des bords extérieurs; puis on colle du papier gris sur tous les revers de la toile, pour la raffermir, en boucher les trous et empêcher que les lumières ne puissent être aperçues à travers.

869. On adapte les châssis ainsi disposés à des cadres nommés *faux-châssis*, dont chacun est soutenu par un chariot placé sur le premier plancher de dessous; les faux-châssis traversent des fentes pratiquées à cet effet dans le plancher du théâtre, au-dessus duquel ils s'élèvent.

870. A chaque changement de décoration les châssis, qui sont en évidence, doivent tous reculer en arrière simultanément, et aussitôt, d'autres châssis, placés en avant ou en arrière à une petite distance des premiers, doivent avancer pour les remplacer. Nous avons déjà dit, que les emplacemens où se meuvent les châssis, se nomment rues.

871. Le théâtre de l'Opéra a treize rues, dont chacune a trois fentes des deux côtés, disposées pour le mouvement d'autant de châssis; et cela pour faciliter les changemens à vue. La plupart des autres théâtres n'ont que deux fentes des deux côtés de chaque rue.

Toiles de fond.

872. Les toiles de fond, qui ferment le théâtre dans sa hauteur et dans sa largeur, ainsi que le rideau de l'avant-scène, sont suspendus à huit ou dix cordes, fixées aux solives du *gril* (820), et nouées d'un côté à des crochets de fer, et de l'autre à une perche qui porte le bout supérieur de la toile. Ces cordages se nomment *cordes-mortes*, ou *faux-cordages*, elles ne se détachent jamais de la toile et servent à régler la juste position des toiles, lesquelles sont garnies d'autres cordages qui servent à les élever et à les abaisser, comme nous le verrons bientôt.

Plafonds et bandes d'air.

873. Les toiles qui forment les plafonds et les bandes d'air, ou ciels, sont tendues dans toute leur largeur sur des bâtons de frêne, et elles sont suspendues comme les toiles de fond par des *cordes-mortes*, ou *faux-cordages*.

Fermes.

874. Les *fermes de décorations* sont de deux espèces : 1°. ce sont des portions de la décoration du fond qui doivent être isolées et de relief; 2°. ce sont des châssis qui supportent, soit les colonnes de mer (on appelle ainsi des colonnes torses, horizontales et tournantes, destinées à imiter le mouvement des vagues); soit les chemins des vaisseaux qui ne sont autre chose que des plans ondulés, sur lesquels se meuvent les châssis représentant des vaisseaux; soit enfin le char de Neptune ou des divinités infernales. Les trappes ou les trappillons s'ouvrent subitement pour laisser monter ces châssis.

Machines pour mouvoir les décorations.

875. Toutes les décorations théâtrales peuvent être mues par des contre-poids qui font tourner des treuils, sur lesquels s'enveloppent des cordes attachées aux toiles ou aux châssis des décorations.

Contre-poids.

876. Les contre-poids en usage dans les théâtres sont composés d'une tige de fer *a a*, Pl. XXVII, fig. 4, de 5 à 8 pieds de long et de 15 lignes en carré. Au bas de la tige est un fort bouton *b*; au sommet est placé l'anneau *n* que le boulon *d* réunit à la tige.

877. Des plateaux de plomb ou de fer fondu traversent la tige. Ces plateaux, dont un est représenté séparément, fig. 10, pèsent ordinairement 100 livres chacun; ils ont une entaille *x*, qui permet de les placer sur la tige et de les déplacer avec promptitude.

878. Chaque contre-poids est suspendu par deux ou par trois cordes, dont une correspond à un treuil qui sert à monter le contre-poids à une hauteur suffisante pour qu'il puisse agir convenablement; la seconde s'enroule sur un autre treuil placé sur l'axe du cylindre qui reçoit, dans un autre sens, les cordes attachées aux châssis ou aux toiles des décorations. La troisième corde sert dans des cas particuliers, pour modérer la vitesse de la descente du contre-poids.

879. Toutes ces cordes, avant d'aboutir aux treuils auxquels elles se rattachent, passent sur des poulies disposées dans des moufles placées sur le plancher du second corridor du comble. Les contre-poids descendent dans des caisses appliquées aux murs latéraux du théâtre. Ces caisses, formées par des ma-

driers de sapin, se nomment *cheminées;* elles ont intérieurement 15 pouces en carré, et sont fixées au mur par de doubles équerres en fer fortement scellées.

Treuils.

880. Un théâtre à machines doit être muni d'un grand nombre de treuils de différentes formes et de différentes dimensions. Une partie de ces treuils est posée sous le théâtre pour servir au mouvement des châssis et des fermes à décoration. Les autres sont distribués dans les corridors et sur les deux planchers du comble, pour servir aux mouvemens des rideaux, des toiles des fonds et des bandes d'air, et pour la manœuvre des gloires et d'autres machines.

881. Dans la partie la plus basse, placée sous le théâtre, se trouvent cinq rangs de treuils horizontaux parallèles aux murs latéraux du théâtre. Tous ces treuils reposent sur de petits murs en maçonnerie, qui s'élèvent à un pied au-dessus du sol et qui sont couverts par des pièces de bois horizontales, dans lesquelles sont encastrés, les coussinets, en cuivre des treuils.

882. Le rang du milieu sert au mouvement des faux-châssis. Les cylindres qui composent ce rang ne sont pas de la même grosseur; parce que les châssis (lorsque l'on change les décorations), n'ayant pas tous la même longueur de chemin à parcourir, il faut proportionner le diamètre des cylindres aux courses à faire par les châssis sur chacun de leurs plans.

883. A l'Opéra de Paris, le chariot qui fait le plus de chemin a 15 pieds à parcourir, et le contre-poids a 40 pieds de chute; ces deux espaces sont parcourus simultanément par le chariot et par le contre-poids pendant que le cylindre fait trois tours. La partie sur laquelle s'enveloppent les cordes des chariots, a environ 1 pied 8 pouces de diamètre; et celle où s'enveloppe

la corde du contre-poids a environ 4 pieds 6 pouces de diamètre.

884. Voici comment ces treuils sont construits (voyez fig. 7 et 8, Pl. XXVII). Une pièce de chêne A (fig. 7) en forme le noyau, et elle est revêtue de madriers qui lui donnent une forme cylindrique d'un diamètre convenable : c'est sur la longueur de cette partie cylindrique que s'enveloppent les cordages des chariots. La corde du contre-poids entoure le tambour B en sens contraire, de manière que lorsque celle-ci se développe, les cordages des chariots s'enveloppent et *vice-versa*. Les cylindres doivent être soigneusement frettés à leurs bouts; et de 12 pieds en 12 pieds ils doivent être soutenus par des collets qui les empêchent de se plier et de se déformer.

885. Les collets sont disposés ainsi qu'il suit : le cylindre traverse deux jumelles horizontales fixées avec solidité aux pièces de charpente du dessous du théâtre. L'ouverture circulaire percée dans les jumelles, pour donner passage au cylindre, ayant un diamètre plus grand, on peut y placer cinq rouleaux de cuivre de 3 pouces de long et d'autant de diamètre. Ces rouleaux, destinés à diminuer les frottemens, se meuvent sur une large frette de fer qui environne le cylindre aux points de suspension.

Les machinistes de théâtre désignent en général par le nom de *tambour des fils*, les parties cylindriques des treuils sur lesquelles s'enveloppent les cordages des objets à faire mouvoir; et par celui de *tambour de retraite*, la partie qui reçoit le cordage du contre-poids. Ils réservent le nom de *treuils* aux cylindres destinés à remonter les contre-poids.

886. Les fig. 5 et 6, Pl. XXVII, représentent un de ces *treuils*. Ils ont pour noyau un arbre en bois de chêne de 5 pieds de long sur 8 pouces d'équarrissage. Les deux bouts garnis de tourillons sont solidement frettés; des plateaux ronds *a a a*,

entourent cette pièce de bois ; les plateaux en bois de hêtre ont 15 lignes d'épaisseur : on choisit cette qualité de bois parce qu'il tient bien les clous. Ces plateaux sont destinés à soutenir des douves de sapin de 3 pouces de large.

887. Des leviers *b b b* entourent le treuil ; ils sont formés par des palettes de sapin de 3 pieds de long et dont les bouts sont écartés l'un de l'autre de 21 pouces. Ces leviers ou palettes sont montés sur l'arbre entre deux plateaux circulaires *d d* (fig. 6).

888. A chaque treuil correspondent : 1°. des *moufles* qui servent à diriger convenablement les cordages ; 2°. des *rouleaux de retraite ;* 3°. des *chevilles de retraite.*

Moufles.

889. Les *moufles de théâtre* sont des morceaux de bois percés de deux ou d'un plus grand nombre de mortaises, dans lesquelles on place des poulies qui sont traversées et soutenues par un boulon de fer.

890. Les plus petits moufles ont des poulies de 3 pouces de diamètre, en bois de noyer. Les poulies les plus grandes ont un diamètre de 15 à 18 pouces ; celles-ci (fig. 2) sont en cuivre. Quelques moufles ont des poulies en bois de gaïac, garnies d'un coussinet de cuivre. Ces dernières sont employées spécialement pour soutenir les cordes des gloires, qui sont ordinairement formées de fils de laiton.

Rouleaux de retraite.

891. Les *rouleaux de retraite* (fig. 1, Pl. XXVII) sont des pièces de bois de chêne ou de tout autre bois dur, de 8 ou 9 pouces de grosseur, et dont la longueur est déterminée par l'emplacement qu'ils doivent occuper.

892. Dans toute la longueur du corridor inférieur (Pl. XXV, fig. 1) du cintre, il y a une file de rouleaux attachés au grand montant. C'est autour de ces rouleaux que passent les *retraites* des tambours et des contre-poids (on appelle ainsi des cordes qui servent à modérer la chute des poids). Les rouleaux sont à un pied au-dessus du plancher du corridor; à cette hauteur, l'ouvrier peut appuyer fortement le pied sur le rouleau et maîtriser ainsi un fardeau assez considérable. Les retraites passent un tour ou un tour et demi sur ces rouleaux.

Chevilles de retraite.

893. Les *chevilles de retraite* sont des morceaux de bois dur de 18 pouces de long, 4 pouces de large et 2 d'épaisseur, que l'on place à 2 ou 3 pieds de distance des rouleaux de retraite: on les fixe sur une forte pièce de chêne, à l'aide de deux boulons. Ces chevilles sont destinées à fixer les cordes de retraite; on les croise deux fois sur les chevilles.

Chariots qui portent les faux-châssis.

894. Ces chariots servent en même temps de supports et de véhicules aux feuilles de décorations, distribuées des deux côtés du théâtre. Ils sont représentés en L L, fig. 1, Pl. XXV; et avec plus de détails, fig. 3, Pl. XXVII.

895. On remarque dans cet appareil deux parties bien distinctes, le chariot proprement dit, et le *faux-châssis*. Le chariot est composé: 1°. d'une pièce de bois de chêne *a a*, nommée *patin*, et ayant 8 pieds de long; 2°. de deux ou de quatre montans *b b*; 3°. de deux contre-fiches *c c*; 4°. d'une traverse horizontale *d*. Il faut que ce chariot puisse se mouvoir sans se déverser aucunement, et que les frottemens soient diminués autant que possible: pour obtenir ces effets on peut employer

deux méthodes. La première consiste à insérer une lame de fer saillante dans la pièce de bois nommée *sablière*, le long de laquelle le chariot doit se mouvoir. Le chariot est soutenu sur deux roues de cuivre d'un pied de diamètre ; ces roues, posées dans des mortaises faites aux deux bouts du *patin*, ont des gorges creuses de 14 lignes de profondeur; elles sont superposées à la lame de fer encastrée dans la sablière et elles roulent dessous.

896. La seconde méthode (voyez fig. 3, Pl. XXVII) consiste à soutenir le chariot sur quatre roulettes *m m*, deux de chaque côté. Une rainure est creusée au milieu de la sablière S S; deux branches de fer recourbées *r r*, entrent dans cette rainure pour empêcher que le chariot ne dévie. La fig. 9 indique plus distinctement la forme d'une de ces branches de fer. Aux deux extrémités du patin sont deux boucles ou anneaux de fer *t t*.

897. Les chariots sont placés sous le plancher du théâtre; mais les faux-châssis L L qu'ils soutiennent s'élèvent au-dessus de ce plancher, et traversent des rainures qui existent sur toute la longueur du chemin qu'ils doivent parcourir.

898. La partie inférieure *p p* du faux-châssis est insérée dans le chariot. La partie supérieure est garnie d'une échelle à l'usage de l'ouvrier, qui doit monter à la hauteur nécessaire pour attacher la feuille de décoration. Il faut que cette échelle puisse se démonter facilement.

899. Les faux-châssis de l'Opéra ont de 18 à 24 pieds de hauteur et 5 pieds de largeur. Leurs montans ont 5 pouces de large sur 3 pouces d'épaisseur.

900. Les faux-châssis doivent entrer et sortir facilement dans les chariots, mais avec très-peu de jeu. Il est utile que l'on puisse les faire descendre à volonté sous le plancher du théâtre. Cette opération est indiquée en R, Pl. XXV.

Manière de mettre en mouvement les faux-châssis dans les changemens à vue.

901. Dans plusieurs théâtres qui ne sont point garnis de machines, des hommes placés derrière chacun des faux-châssis, que l'on veut faire mouvoir, les tirent ou les poussent simultanément à un signal donné. Mais dans les théâtres à machines, tous ces mouvemens sont produits par la descente d'un contre-poids ; et cette descente fait non-seulement avancer tous les châssis qui doivent venir en avant, mais elle fait aussi reculer ceux qui portent les feuilles de décoration qui doivent disparaître de la vue des spectateurs.

902. Les cordages destinés à tirer les premiers sont attachés à l'anneau de devant des chariots, comme on le voit fig. 1, Pl. XXV ; ils passent ensuite sur des rouleaux *v v*, et viennent s'enrouler sur le cylindre *y*. Les cordages qui doivent au contraire faire reculer les autres châssis, seront attachés à leur anneau postérieur, passeront sur une poulie horizontale *q*, de là ils se dirigeront sur un rouleau *v* et aboutiront au cylindre *y*. Deux cordes s'envelopperont sur le grand tambour *z*, l'une desquelles T, se repliera sur les deux rouleaux *s s*, et portera à son extrémité le contre-poids, l'autre sera la corde de retraite V.

903. Les treuils, qui servent à monter les contre-poids qui produisent les effets que nous venons d'indiquer, sont placés dans la partie basse du théâtre. Ils ont aussi leur corde de retraite, qu'à chaque changement de décoration il faut lâcher au même moment que l'on lâche la corde de retraite V.

Manœuvre des fermes de décorations.

904. Les *fermes* sont, comme nous l'avons déjà dit, des châssis que l'on fait monter perpendiculairement de dessous

le théâtre en leur faisant traverser les ouvertures du plafond nommées *trappillons* (809).

905. Le châssis d'une ferme est soutenu ordinairement par trois pièces verticales de bois de sapin, de 30 pieds de long sur 5 pouces de large et 4 d'épaisseur. Elles ont sur leurs faces latérales une cannelure de 9 lignes en tous sens, pour recevoir un cordage.

906. Ces pièces de bois appelées *âmes*, traversent des conduits qui ont 14 pieds de longueur et qui portent, à leur sommet, un moufle de chaque côté. Ces conduits peuvent se placer et se déplacer à volonté; il est indispensable qu'ils soient exactement d'aplomb; on les fixe à l'aide d'étriers et de vis en fer.

907. Au bout inférieur des pièces verticales mobiles nommées *âmes*, sont attachées des cordes qui remontent jusqu'aux poulies des moufles sur lesquelles elles se replient pour descendre et s'envelopper sur un cylindre. On conçoit aisément que toutes les fois que ce cylindre tournera dans un sens déterminé, les cordes qui s'enveloppent sur sa surface convexe, attireront vers le haut les *âmes* et conséquemment la pièce de décoration qu'elles supportent. Lorsque ce châssis est arrivé à la hauteur convenable, on le fixe au moyen de forts boulons. Un contre-poids fait monter les fermes, leur propre gravité les fait redescendre; mais l'un et l'autre de ces mouvemens doit être maîtrisé par une corde de retraite.

908. La méthode que nous venons d'expliquer sert à faire monter toutes les parties des décorations qui doivent sortir de dessous, tels que des arbres isolés, des bosquets, des terrains, etc.

Manœuvre des trappes.

909. Souvent on est obligé d'ouvrir des trappes (810) pour donner passage aux objets volumineux qui doivent monter de

dessous et paraître sur la scène. L'ouverture et la clôture des trappes doit se faire avec la plus grande célérité, sans que les spectateurs s'en aperçoivent ; et il faut indispensablement que, lorsqu'elles sont closes, la partie du plancher dont elles font partie ait la plus grande solidité et ne laisse craindre aucun accident. Toutes ces considérations sont remplies par la manœuvre ingénieuse qui est adoptée à l'Opéra.

910. On sait que les trappes ne sont autre chose que des tables de 3 pieds 4 pouces en carré environ, soutenues par deux fortes pièces de bois parallèles nommées sablières, au sommet desquelles sont des entailles dans lesquelles les bords des trappes reposent. La rainure qui correspond à la dernière table mobile A, fig. 2, Pl. XXV, forme un plan incliné dont le sommet *b*, coincide avec le fond de la rainure des autres tables, et le fond *d* descend 21 lignes plus bas ; au delà de cette rainure à plan incliné, se trouve une cavité *m m*, qui passe sous le plancher fixe *p p*, disposé de manière à pouvoir recevoir les trappes que l'on veut ouvrir.

911. Un levier *f* dont le centre de rotation est en *e*, sert à ouvrir ou à fermer la première trappe A. Veut-on la fermer, il suffit de placer le levier dans une position verticale. S'agit-il au contraire de l'ouvrir, on fait tourner le levier.

912. Au-dessous des tables mobiles, sont placés des anneaux ou des crochets. Ainsi, pour ouvrir les trappes il suffit d'attacher une corde à l'anneau de la dernière table que l'on veut ôter, de passer cette corde sur le rouleau *p*, de faire tourner le levier *f* et enfin de tirer la corde ; par cette suite d'opérations, qui s'effectuent en très-peu de temps, on fait passer dans la cavité *m m* toutes les tables qui sont en deçà de l'anneau où la corde est accrochée, et il se forme une ouverture d'une longueur déterminée.

913. Pour fermer les trappes, il faut qu'un autre bout de corde soit attaché en sens contraire à l'anneau de la première trappe qui s'est placée dans la cavité *m m*. Alors, en tirant cette corde, qui passe sur le rouleau *p*, on fera remonter les tables à leur place et la trappe est fermée.

914. Nous venons de passer en revue les mécanismes qui sont sous le plancher du théâtre et qui servent à mouvoir les chariots des faux-châssis, à élever les fermes de décorations, et à ouvrir et fermer les trappes. Il nous reste à jeter un coup d'œil sur les mécanismes placés dans les corridors et sur les planchers du comble, pour mouvoir les rideaux, les toiles et les machines nommées *gloires*.

915. Ces mécanismes sont de la même nature que ceux que nous venons d'examiner. Ils sont composés également : 1°. de cylindres sur lesquels s'enveloppent les cordes auxquelles sont attachées les toiles ou les châssis qui doivent monter et descendre ; 2°. de tambours qui reçoivent les cordes des contre-poids moteurs, et les cordes de retraite enveloppées en sens contraire ; 3°. les moufles et les rouleaux qui dirigent convenablement toutes ces cordes ; 4°. les rouleaux et les chevilles de retraite à l'aide desquels on maîtrise les mouvemens et on les arrête.

916. La Pl. XXVI indique les formes et la distribution des treuils placés dans le haut du théâtre. Les uns marqués *a a a a a*, servent à élever les contre-poids ; d'autres *b b b b*, qui ont plusieurs gorges concentriques dégradées, servent à la descente graduelle des nuages qui précèdent l'apparition des chars aériens, sur lesquels sont placés des dieux ou des déesses. Le treuil *d* est destiné pour la manœuvre des rideaux d'avant-scène ; enfin tous les autres sont destinés à soutenir et mouvoir les toiles des fonds, les plafonds, les bandes d'air, les planchers des gloires et des

autres machines analogues soit d'*aplomb*, soit de *travers*. On doit observer que les tambours de grand diamètre sont ceux sur lesquels se rapportent les cordes des contre-poids et les cordes de retraites.

Manœuvre des machines nommées gloires.

917. Une *gloire* ordinaire est composée : 1°. d'un plancher qui supporte l'acteur ou les acteurs qui doivent y figurer; 2°. d'un fond en peinture, soit sur châssis, soit sur rideaux ; 3°. d'une devanture qui masque le plancher ; 4°. souvent d'une ou de plusieurs portions de nuages de chaque côté.

918. Le plancher d'une gloire a jusqu'à 36 pieds de long sur 3 ou 4 pieds de large; ils est suspendu par 4 cordes métalliques composées de fils de laiton ; chacune de ces cordes a ordinairement 30 lignes de diamètre, et sa force est suffisante pour qu'on lui fasse soutenir sans crainte de danger un poids de 1500 livres.

919. Les quatre cordes sont attachées aux angles du plancher, passent sur des poulies de renvoi en bois de gaïac, et vont s'envelopper sur un tambour du cintre, lequel est mis en mouvement par un contre-poids et maîtrisé par une corde de retraite, comme tous les autres tambours qui servent aux diverses décorations théâtrales. La gloire descend par son propre poids, et remonte par l'action du contre-poids.

920. Les gloires sont ordinairement accompagnées de groupes de nuages lesquels, descendant avec des vitesses différentes, couvrent peu à peu le théâtre avant la descente de la gloire, puis ils s'ouvrent pour la découvrir. Cette descente progressive des nuages est produite par les *tambours dégradés b b b b*, Pl. XXVI. Les cordes des nuages qui doivent tomber avec plus de célérité, sont enveloppées sur des gorges dont le diamètre est plus grand ; celles au contraire des nuages les plus lents entourent les gorges dont le diamètre est moindre.

921. M. *Boullet* rapporte (*a*) qu'il a fait descendre du cintre de la grande salle des spectacles du château de Versailles, une gloire ayant huit planchers de 50 pieds de longueur chacun et de 5 pieds de largeur; soixante danseurs étaient placés sur ces planchers qui étaient environnés de nuages; en même temps que cette gloire descendait, le théâtre se couvrait d'un palais de Vénus qui descendait aussi du cintre entouré d'autres nuages.

922. Lorsque le plancher d'une gloire est trop lourd pour que la corde de retraite puisse à elle seule en modérer la descente, alors on enveloppe sur le tambour de retraite, une corde qui soutient un poids destiné à contrebalancer en partie la gravité du plancher.

Machines de travers.

923. Une *machine de travers* est une espèce de gloire qui descend du haut et traverse obliquement le théâtre. C'est un char, un groupe de nuages; ou bien même une simple barre à laquelle est attaché un acteur par des crochets, cette barre est soutenue par des cordes métalliques que la petitesse du diamètre rend presque invisibles aux spectateurs. L'acteur ainsi suspendu semble voler lorsqu'il monte ou descend en traversant le théâtre.

924. Les principaux mouvemens que peut effectuer une machine de travers sont: 1°. traverser le théâtre horizontalement à une hauteur déterminée; 2°. le traverser en montant, soit de droite, soit de gauche, et partant d'un point donné pour arriver à un autre également déterminé; 3°. le traverser en descendant de gauche à droite ou de droite à gauche; 4°. décrire en montant ou en descendant un arc; 5°. décrire une courbe ondulée.

(*a*) Essai sur l'art de construire les machines théâtrales, page 60.

L'on peut faire agir simultanément plusieurs machines dont les mouvemens ne sont point les mêmes.

925. Pour qu'une machine traverse le théâtre horizontalement à une hauteur déterminée, il faut que le plancher de cette machine soit soutenu par une corde horizontale fortement tendue, et que la suspension soit faite de manière qu'il puisse se mouvoir le long de cette corde ; alors il suffit qu'un contre-poids ou une autre force quelconque tire ce plancher dans une direction horizontale, pour lui faire traverser le théâtre, soit de droite à gauche, soit de gauche à droite.

926. Quand il s'agit de faire monter ou descendre obliquement une machine, il faut combiner deux mouvemens, l'un horizontal et l'autre vertical ; le premier s'obtient en disposant un appareil à peu près semblable à celui indiqué dans le paragraphe précédent, c'est-à-dire, en établissant une corde horizontale, le long de laquelle doit se mouvoir une pièce de bois, qui est tirée par un contre-poids. Cette barre porte des poulies qui servent à diriger deux cordes destinées à soutenir le plancher de la machine. Les extrémités de ces cordes sont attachées à un point fixe. Le tout étant ainsi disposé, il est évident que si la pièce de bois horizontale se trouve auprès du point où les cordes du plancher sont fixées, le plancher devra se trouver en bas, au point de départ ; dans ce cas, pour le faire remonter obliquement, en traversant le théâtre, il suffit de lâcher le contre-poids, dont la corde est attachée à la pièce de bois horizontale ; et tandis que cette pièce parcourra le chemin tracé par la corde qui le soutient, les branches verticales des cordes du plancher se raccourciront, tandis que les horizontales s'allongeront ; et il en résultera que le plancher devra nécessairement monter.

927. Une manœuvre analogue sert pour faire descendre ce

plancher obliquement ; mais il faudra qu'au commencement de sa course, la pièce de bois horizontale se trouve dans son plus grand éloignement du point où les cordes du plancher sont attachées.

928. Lorsqu'une machine doit traverser le théâtre en décrivant un arc, on se sert d'un appareil qui ne diffère du précédent que par la position du point où sont attachées les cordes qui soutiennent le plancher; dans celui-ci, le point doit se trouver au milieu de la largeur du théâtre, tandis que dans l'autre il est placé à une des extrémités de cette largeur. Il est évident que, par cette disposition, la machine descend jusqu'au milieu de sa course, où elle se trouve au point le plus bas; puis elle remonte de l'autre côté.

929. Dans les appareils précédens, le point où les cordes du plancher sont attachées est fixe; mais si ces cordes correspondent à un cylindre tournant, et que ce cylindre ait un moteur particulier qui le fasse tourner, tantôt de droite à gauche, tantôt de gauche à droite, tandis que le contre-poids tire uniformément la pièce de bois horizontale qui dirige les cordes du plancher, la machine décrira dans sa course une courbe ondulée.

Dès méthodes de planter convenablement les décorations d'un opéra.

930. *Planter un ouvrage de théâtre*, en terme de machiniste, signifie : 1°. marquer les *rues* où doivent arriver les différentes feuilles de décorations, les toiles de fond, les frises, les coupoles, les bandes d'air, etc.; 2°. désigner les plans qui porteront les décorations et ceux qui n'en porteront pas; déterminer pour chacune des décorations d'un opéra la portion du théâtre qu'elle doit occuper.

931. Le peintre de décorations et le machiniste doivent concourir de commun accord à la détermination de ces divers

objets ; le plus grand effet des décorations, la facilité des changemens à vue, et la libre circulation des troupes de danseurs, de choristes et de comparses, qui doivent figurer dans les marches triomphales, dans les sacrifices, etc., sont les principales considérations qu'ils doivent avoir constamment en vue.

932. Pour que les décorations produisent tout l'effet qu'on doit en attendre, il faut qu'elles occupent un espace proportionné à leur nature ; ainsi, on ne saurait, par exemple, donner trop d'étendue aux décorations qui représentent une place publique, l'intérieur d'un grand temple ou d'une vaste galerie ; il faut en outre disposer dans les parties latérales de la scène des espaces libres plus ou moins grands pour indiquer, soit l'entrée d'une grande galerie transversale, soit l'embouchure d'une rue, etc.

933. Deux motifs rendent ces espaces indispensables. Premièrement, ils concourent à rendre plus complète l'illusion que doit produire la décoration. Secondement, ils donnent le moyen de faire convenablement arriver sur la scène une troupe armée, une pompe religieuse, un cortége triomphal, etc., et on évite l'inconvénient ridicule de faire passer les hommes à travers les murailles.

934. Ces espaces s'obtiennent en *sautant des plans*, c'est-à-dire, en dégarnissant une ou deux *rues* (807) de leurs châssis. Cette méthode employée avec art, est une des causes qui contribuent le plus au bel effet des décorations.

935. Si plusieurs espèces de décorations exigent une grande étendue, d'autres doivent occuper un espace très-circonscrit : telles sont les décorations qui représentent une caverne, un cachot, un cabinet dans l'intérieur d'un appartement privé, etc. Ce passage d'un grand espace à un petit donne beaucoup de facilité pour préparer les décorations vastes et compliquées, et

pour faire disparaître celles qui sont très-encombrées. D'ailleurs les oppositions subites du petit au grand, d'une prison à un palais magnifique, d'une caverne obscure à un jardin délicieux, augmentent singulièrement l'effet des grandes décorations.

Il nous reste à parler des moyens d'imiter sur le théâtre les effets des météores, les tempêtes, les incendies, etc.

Imitation du vent, du tonnerre et de la foudre.

936. On imite le bruit du vent à l'aide d'une règle de bois très-mince, attachée à une corde qu'un homme fait tourner avec rapidité.

937. Le bruit du tonnerre peut être imité par différentes méthodes : 1°. on introduit successivement plusieurs boulets dans un long canal en planche, dans lequel on a pratiqué plusieurs échelons et que l'on a posé obliquement pour que les boulets puissent le parcourir rapidement;

2°. On suspend horizontalement un grand châssis sur lequel un ouvrier fait un roulement en frappant dessus;

3°. On fait rouler un chariot soutenu sur des roues à huit pans et dans lequel on dispose des pierres entremêlées de feuilles de tôle;

4°. Les éclats du tonnerre s'imitent avec des feuilles de tôle et des douves de tonneaux suspendues à une corde qui les traverse et que l'on laisse tomber sur le plancher du cintre.

938. Pour imiter la lumière vive et instantanée de l'éclair, un ouvrier jette de l'*arcanson* sur un flambeau allumé. On imite l'effet de la foudre en faisant des fentes dans quelques parties de décorations disposées à cet effet; une planche mince couvre chaque fente par derrière, et est mobile dans une coulisse; cette planche doit avoir une fente tout-à-fait semblable à celle de la décoration; des lumières sont adaptées derrière la planche. Le

tout étant ainsi disposé, et la scène étant obscurcie, il suffit de mouvoir rapidement la planche dans sa coulisse pour faire apparaître un sillon lumineux qui se reproduira toutes les fois que les fentes coïncideront.

Aurore.

939. L'imitation satisfaisante de l'effet de l'aurore exige le concours de deux moyens; l'un est le changement progressif de couleur que doit éprouver le ciel, le second est un accroissement insensible et gradué de lumière.

940. Pour remplir le premier objet, il faut que la décoration du fond soit composée de deux parties séparées; dont l'une sera une longue toile sur laquelle seront peintes les diverses nuances successives de couleur que l'on remarque dans le ciel lorsque l'aurore commence à paraître. Cette toile sera enveloppée en partie sur un cylindre qui, en se développant avec beaucoup de lenteur, présentera tour à tour toutes les nuances de couleur. La seconde partie sera un châssis dont le contour découpé se détachera sur la toile du fond que nous venons d'indiquer; ce châssis représentera un paysage ou d'autres objets quelconques.

941. Le second objet est rempli à l'aide de lampes à réverbère mobile (851). Ces lampes sont d'abord posées de manière que le réverbère cache entièrement la lumière du côté de la scène; puis on leur donne un petit mouvement lent et progressif, jusqu'au point où la lumière paraîtra avec son plus grand éclat.

Illuminations, flammes et incendies.

942. Les illuminations d'une ville, d'un palais, d'un jardin, d'une flotte, sont faciles à imiter par de petites ouvertures que l'on perce dans tous les endroits de la décoration, où l'on suppose qu'une lumière devrait être placée; il suffit alors de diriger

convenablement par-derrière, vers ces endroits, la lumière de plusieurs grandes lampes à réverbère convenablement disposées.

943. On se sert fréquemment, au théâtre, d'une espèce de torches qui, étant agitées, produisent de grandes flammes. Ces torches ne sont autre chose qu'un flambeau, autour duquel est placée un récipient rempli de colophane pulvérisée, ou d'une autre poussière qui soit éminemment inflammable. La partie supérieure du récipient étant criblée de petits trous, il en résulte que toutes les fois que l'on agite le flambeau, il sort une certaine quantité de cette poussière, laquelle produit l'effet désigné.

944. Pour imiter un incendie, on fait une partie de la décoration de manière qu'elle puisse facilement se décomposer en morceaux. Des ouvriers placés derrière les décorations, produisent des flammes en agitant les torches que nous venons de décrire; d'autres ouvriers poussent par derrière avec des bâtons les pièces mobiles qui, en tombant, découvrent le foyer de l'incendie représenté par une toile sans-fin, tendue entre deux cylindres que l'on fait tourner à l'aide d'une manivelle. La toile est demi-transparente, ses couleurs imitent celles de la flamme, elle est parsemée de clinquant et de traces dorées, et on place par derrière des lampes à réverbère qui donnent une forte lumière. On a soin de tenir les autres parties de la scène dans l'obscurité. Un procédé à peu près semblable est employé lorsqu'on veut représenter un enfer.

Élysée et Paradis.

945. Les décorations qui représentent un élysée, un paradis, sont ordinairement placées derrière un rideau de gaze. Elles doivent être éclairées par une lumière douce et qui présente une nuance de couleur insolite. Un des moyens les plus simples pour obtenir cet effet est d'employer des lampes à réverbère dont la

flamme soit entourée d'un verre coloré, dont la couleur sera choisie de manière à produire le reflet que l'on croira le plus convenable. De la même manière on peut aussi imiter l'effet d'un clair de lune.

Fontaine et courant d'eau.

946. Le mouvement d'une fontaine ou d'un courant d'eau est imité à l'aide d'une toile sans-fin, tendue entre deux rouleaux, dont un est muni de manivelles que des hommes font tourner. La toile doit être teinte d'une couleur bleu clair, et parsemée de clinquant et traces argentées.

Mouvement des vagues.

947. Le mouvement des vagues est ordinairement représenté par des *colonnes de mer ;* on appelle ainsi des tambours fort longs, construits à peu près comme les blutoirs des boulangers. Ces tambours ont la forme d'une colonne torse, sont peints de manière à imiter les vagues, et parsemés de traces argentées. Ils sont soutenus horizontalement par des fermes (874) sur lesquelles reposent leurs tourillons munis de manivelles que des hommes font tourner.

948. Lorsqu'on veut représenter la mer, on fait monter de dessous le théâtre un certain nombre de fermes chargées de colonnes de mer ; lorsqu'elles sont à la hauteur convenable, des ouvriers font mouvoir les manivelles de ces colonnes de mer, qui en tournant imitent fort bien l'effet des vagues.

949. Dans les cas où des vaisseaux doivent paraître et se mouvoir sur cette mer artificielle, on dispose d'autres fermes entre celles qui soutiennent les colonnes de mer ; celles-là ont à leur partie supérieure un petit plancher ondoyé, sur lequel on fait glisser des châssis peints qui représentent des vaisseaux.

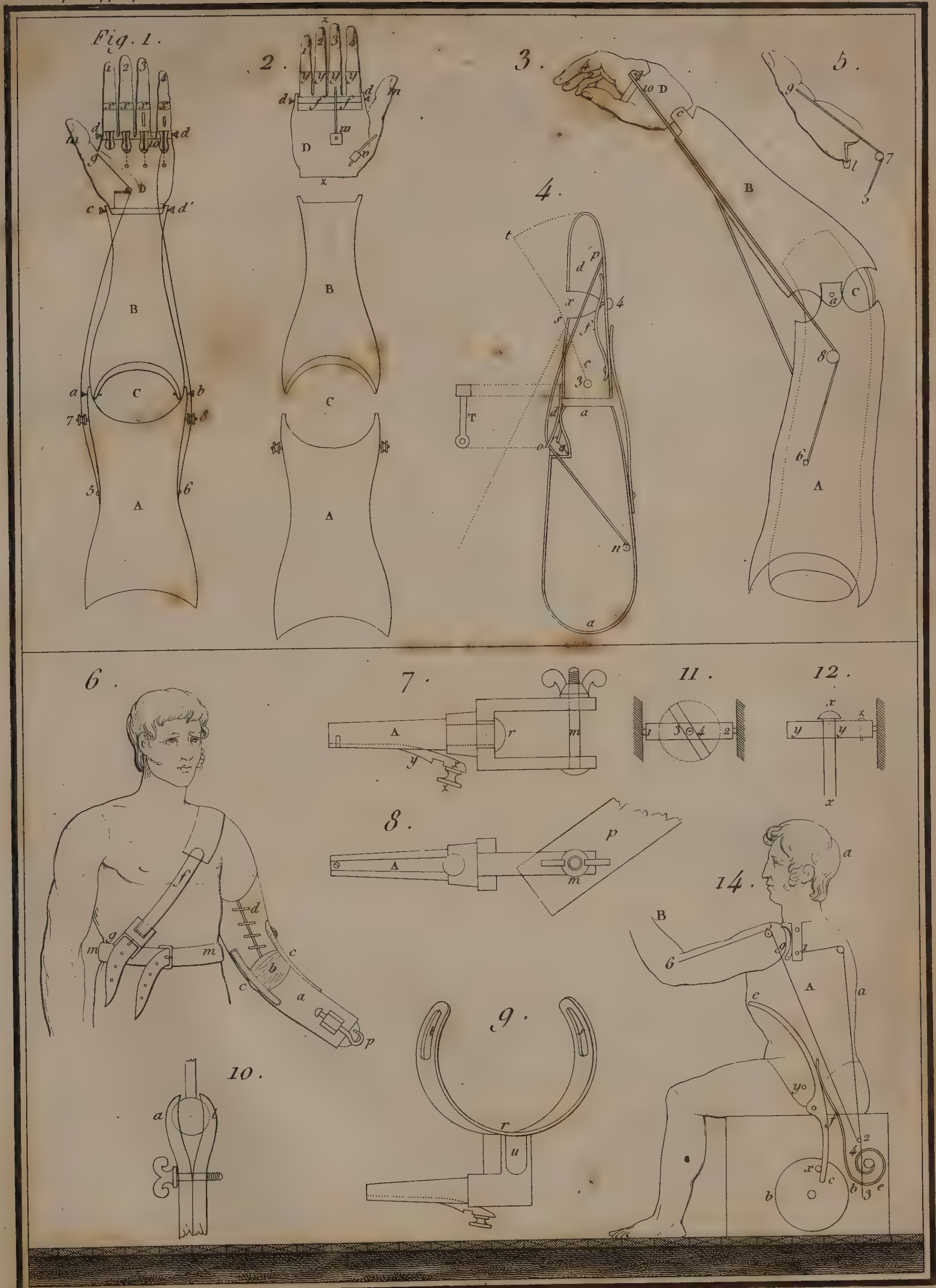
950. Veut-on représenter une tempête, durant laquelle la mer s'élève, s'agite violemment, change de couleur, puis se calme et reprend son premier état ? On disposera sous le théâtre des colonnes de mer dont les sinuosités et les couleurs seront différentes. L'on fera d'abord monter les colonnes qui ont de petites sinuosités et des couleurs claires, et on fera tourner ces colonnes avec lenteur ; puis on élèvera celles qui ont des ondulations plus fortes et des couleurs plus brunes ; on leur communiquera un mouvement plus vif ; on redescendra ensuite celles-ci pour faire place aux premières.

951. L'apparition de Neptune, d'Amphitrite et des autres dieux marins, se fait en élevant de dessous le théâtre une ferme (874) chargée d'une machine qui, ordinairement, représente un char en forme de coquille, auquel sont attelés des chevaux marins, et qui est environné de tritons, de naïades, etc.

952. Pour produire l'apparition d'un dauphin, qui de temps à autre semble bondir au-dessus de la mer, et qui lance des jets d'eau, deux ouvriers cachés derrière les colonnes de mer sont destinés, l'un à élever et à mouvoir un châssis sur lequel est peinte la figure d'un dauphin ; l'autre ouvrier est muni d'un carton rempli de talc pilé et de petits morceaux de feuilles d'argent ; il place ce carton derrière la tête du dauphin et il soufle dans un trou fait à la partie inférieure du cornet ; alors une poussière brillante s'élève et imite le jet d'eau.

Les autres machines en usage dans les théâtres sont en général construites et manœuvrées par des méthodes analogues à celles que nous avons exposées.

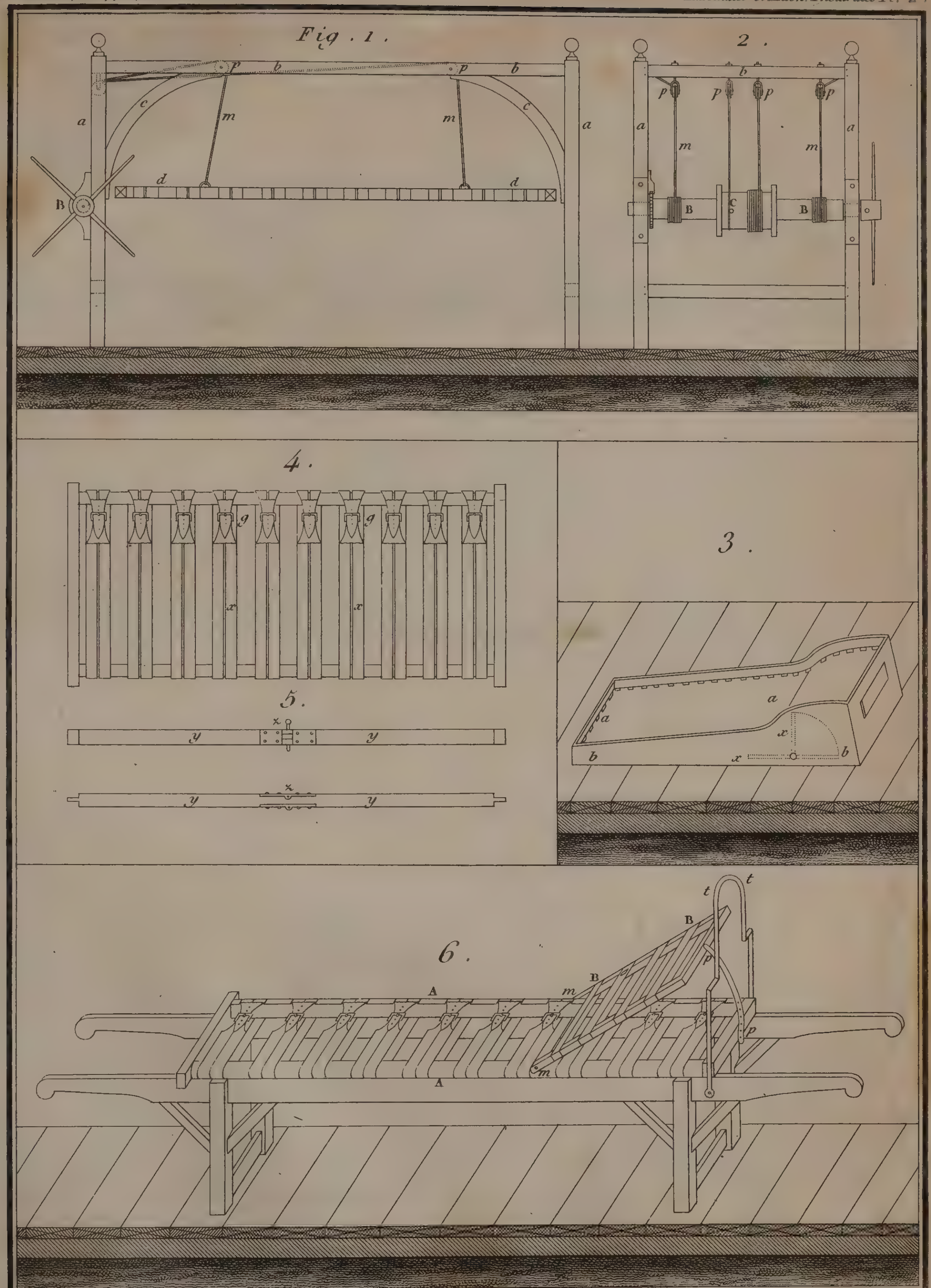
FIN.



Dessiné par Girard

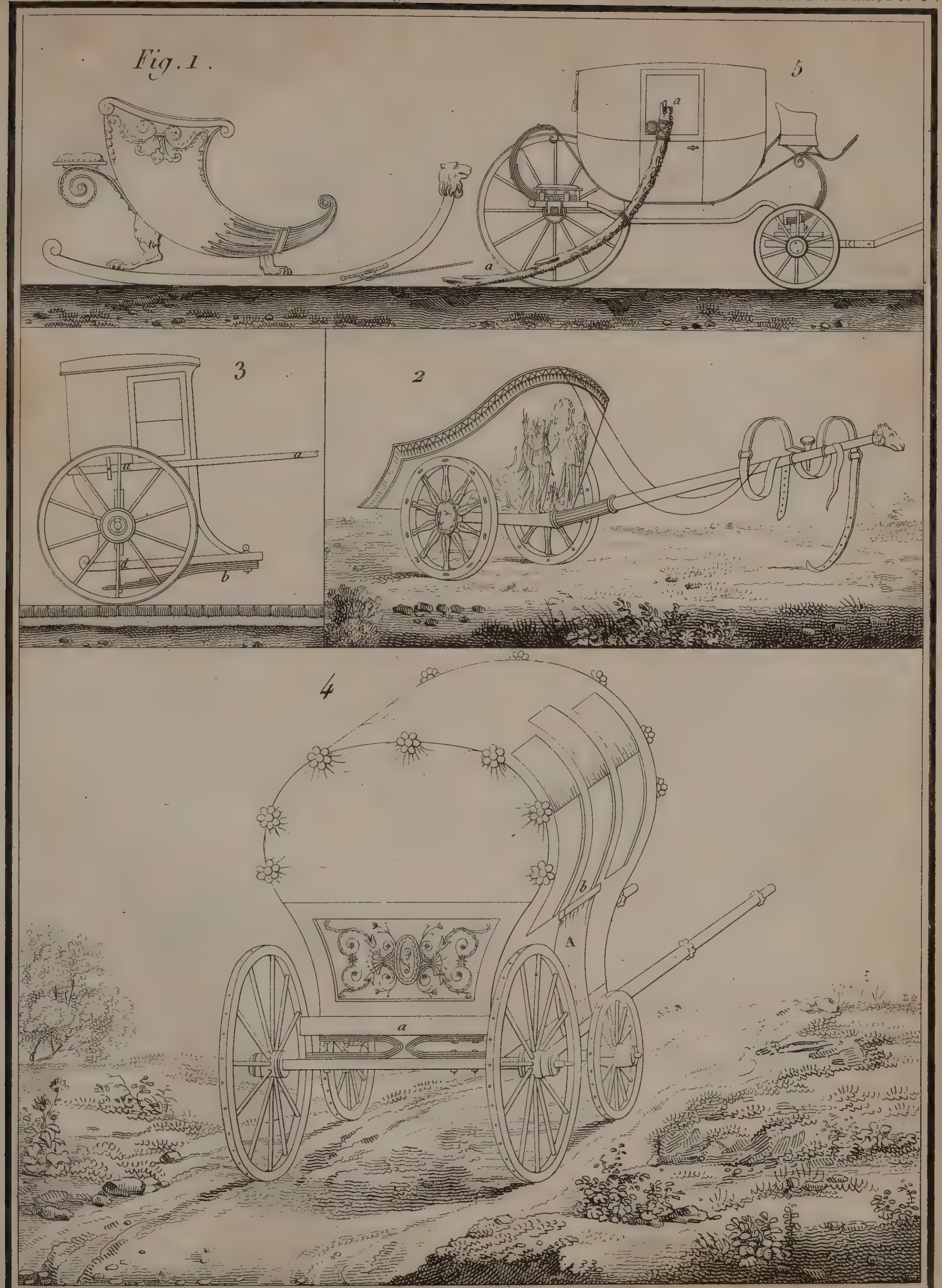
Gravé par Adam





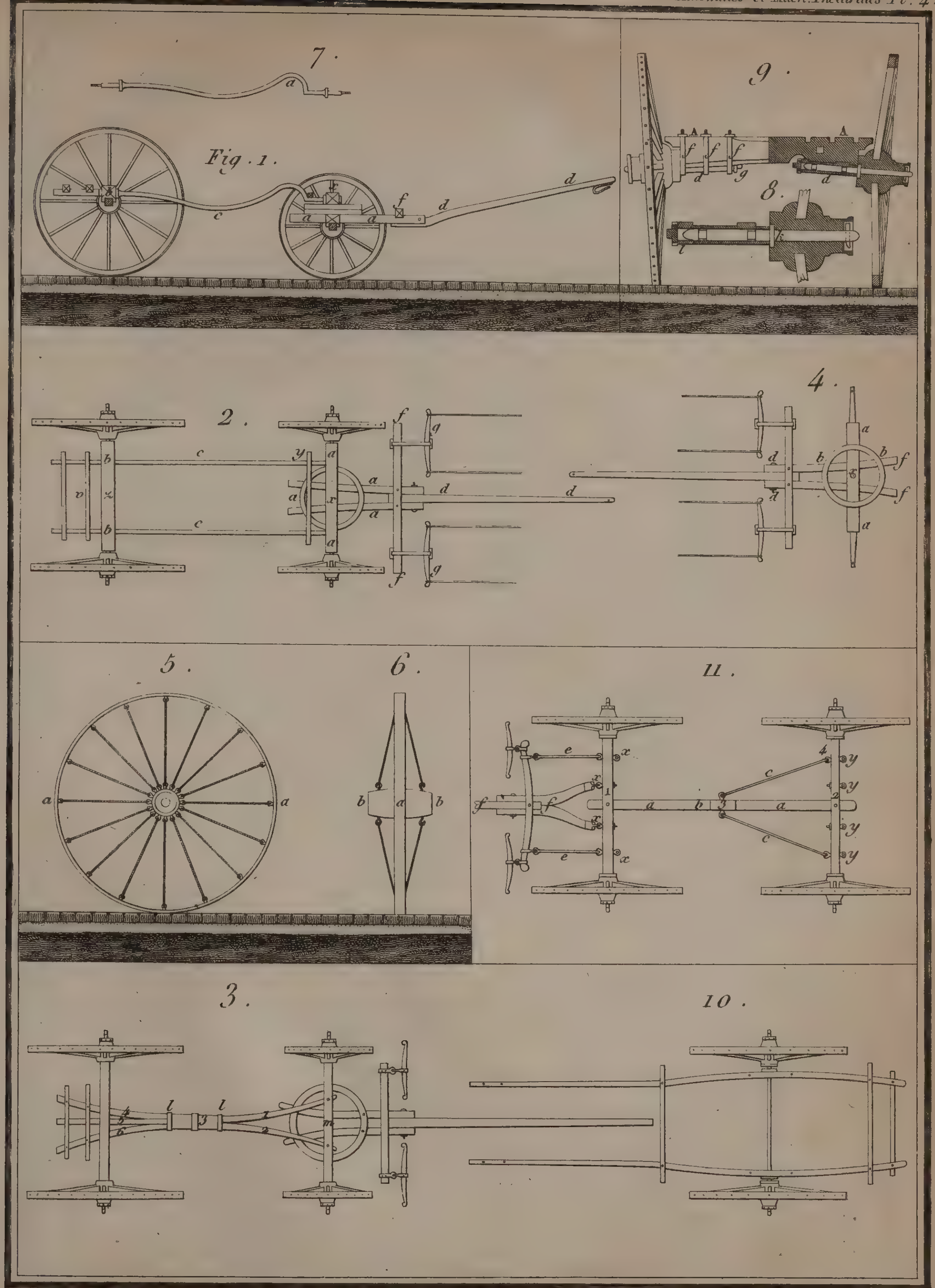
Dessiné par Girard. Gravé par Adam.





Dessiné par Girard

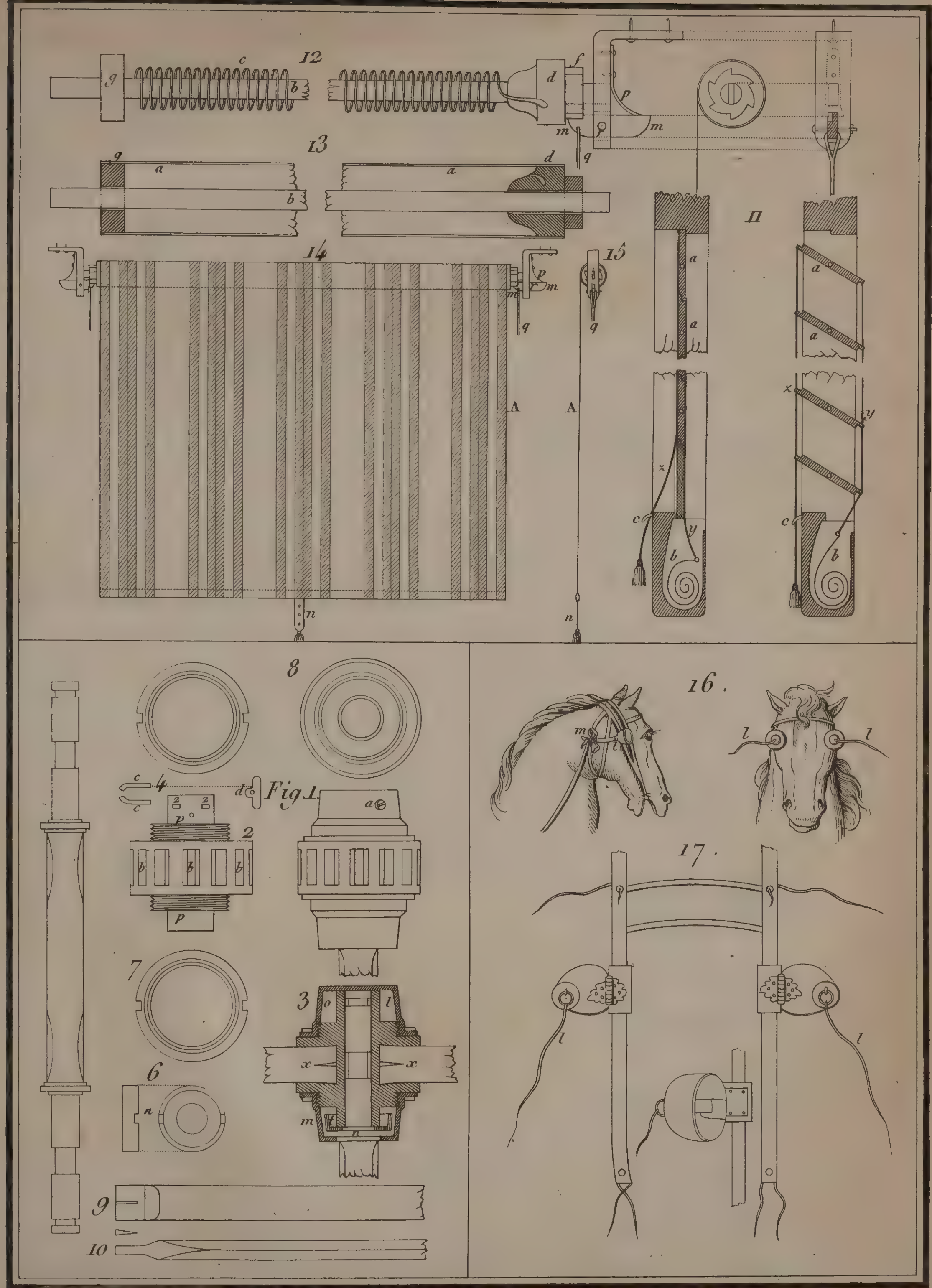
Gravé par Adam.



Dessiné par Girard.

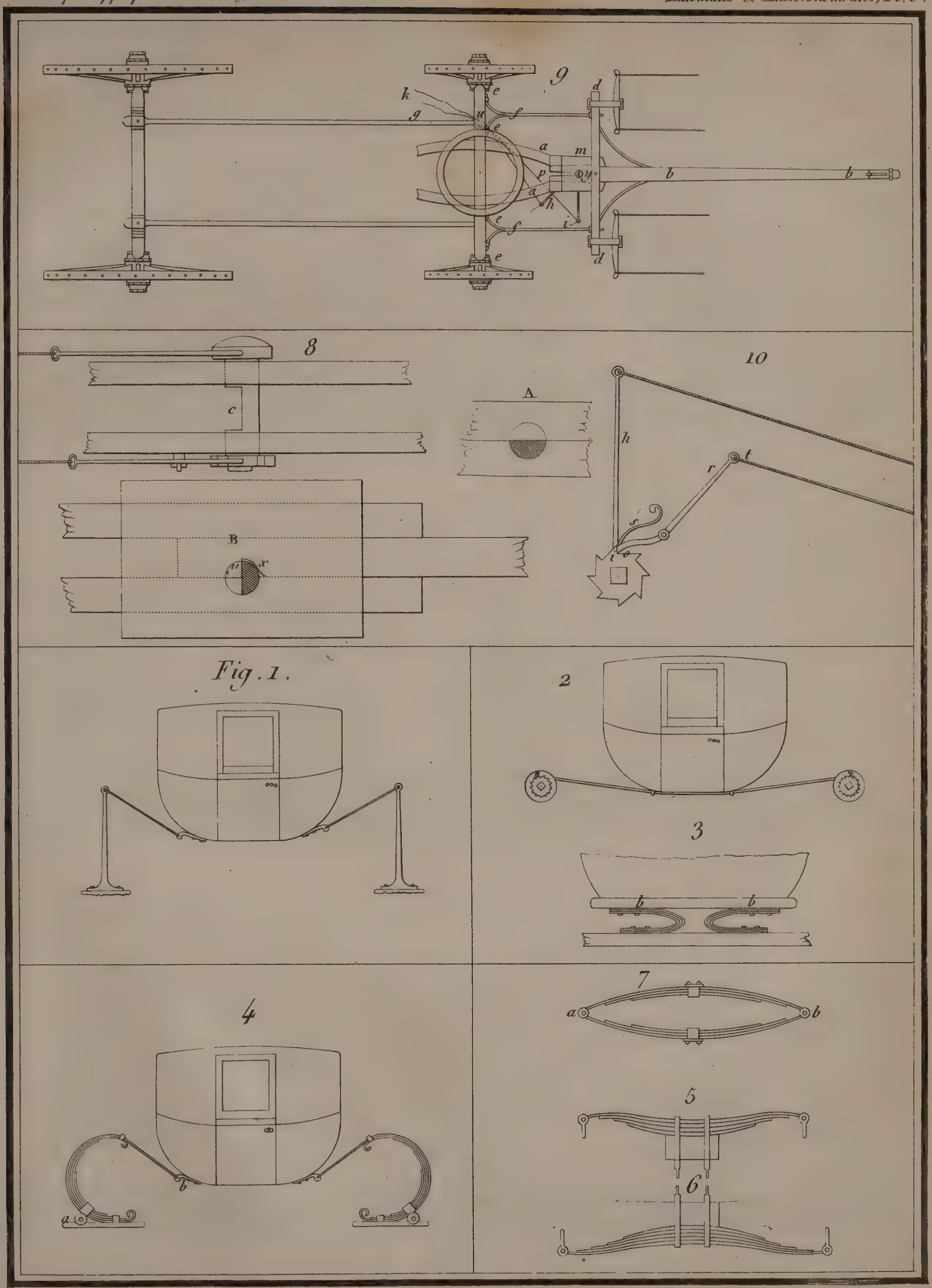
Gravé par Adam.

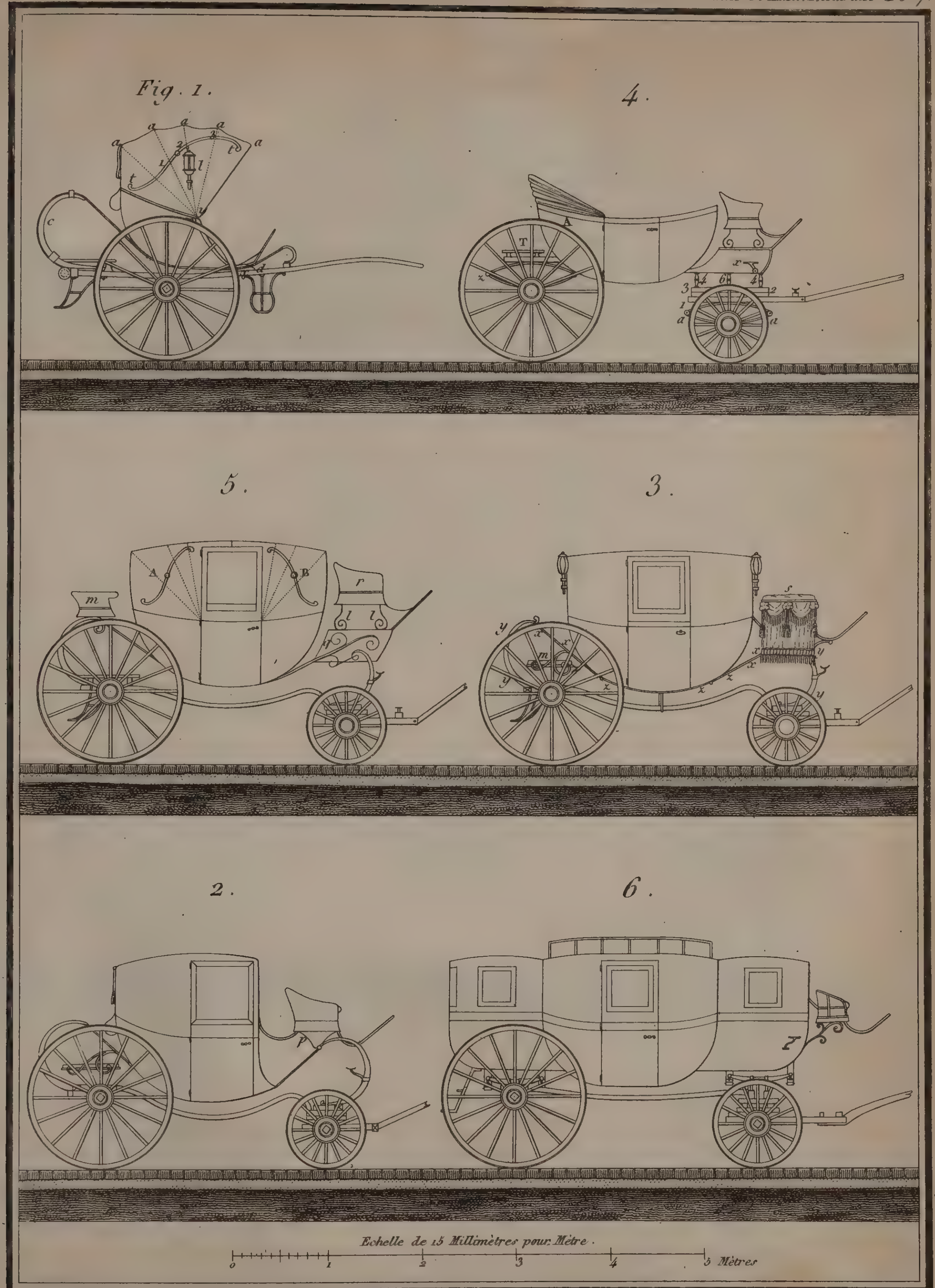




Dessiné par Girard

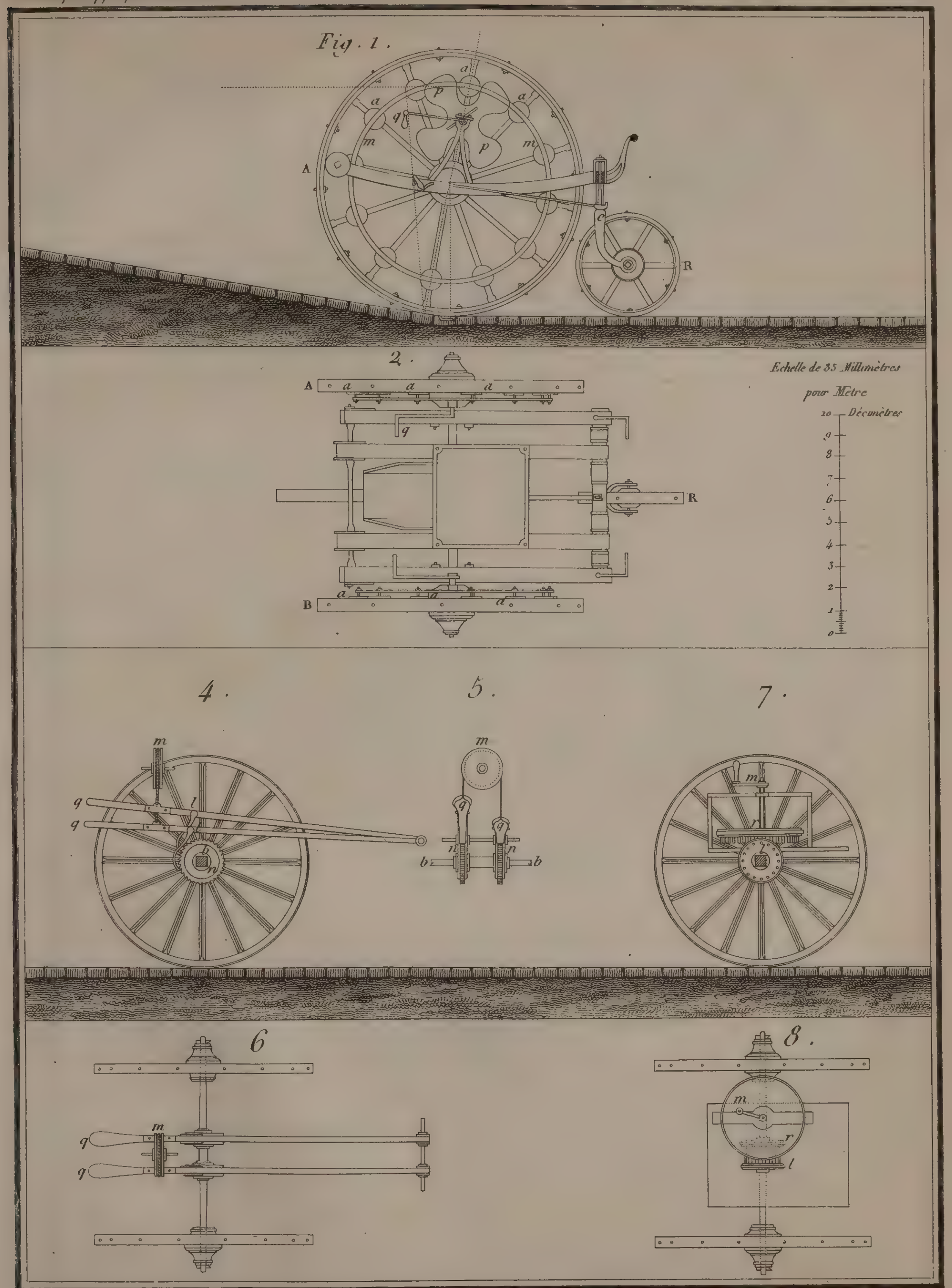
Gravé par Adam


9
8
10
A
B
Fig. 1.
2
3
4
7
5
6

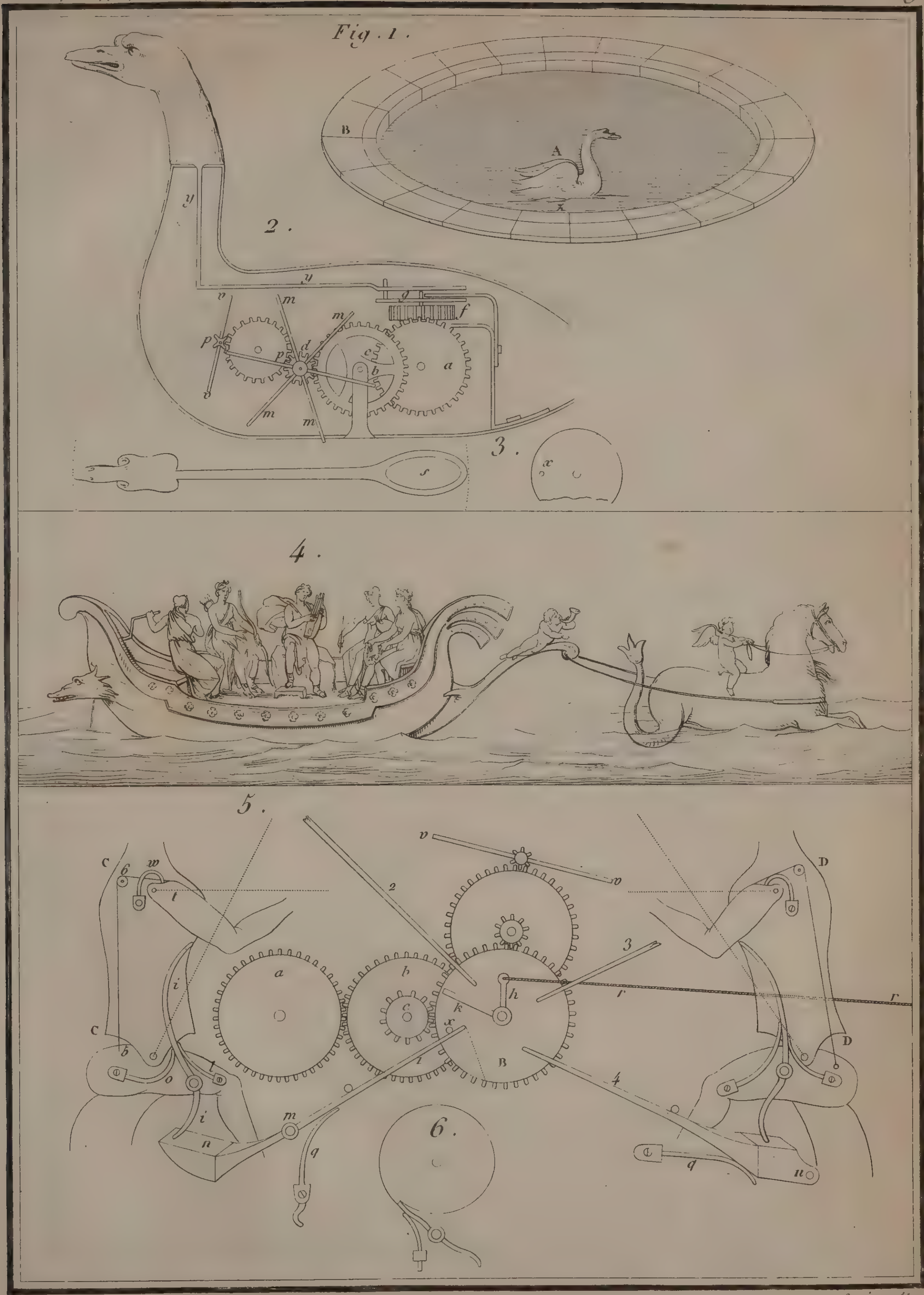


Dessiné par Girard. *Gravé par Adam.*

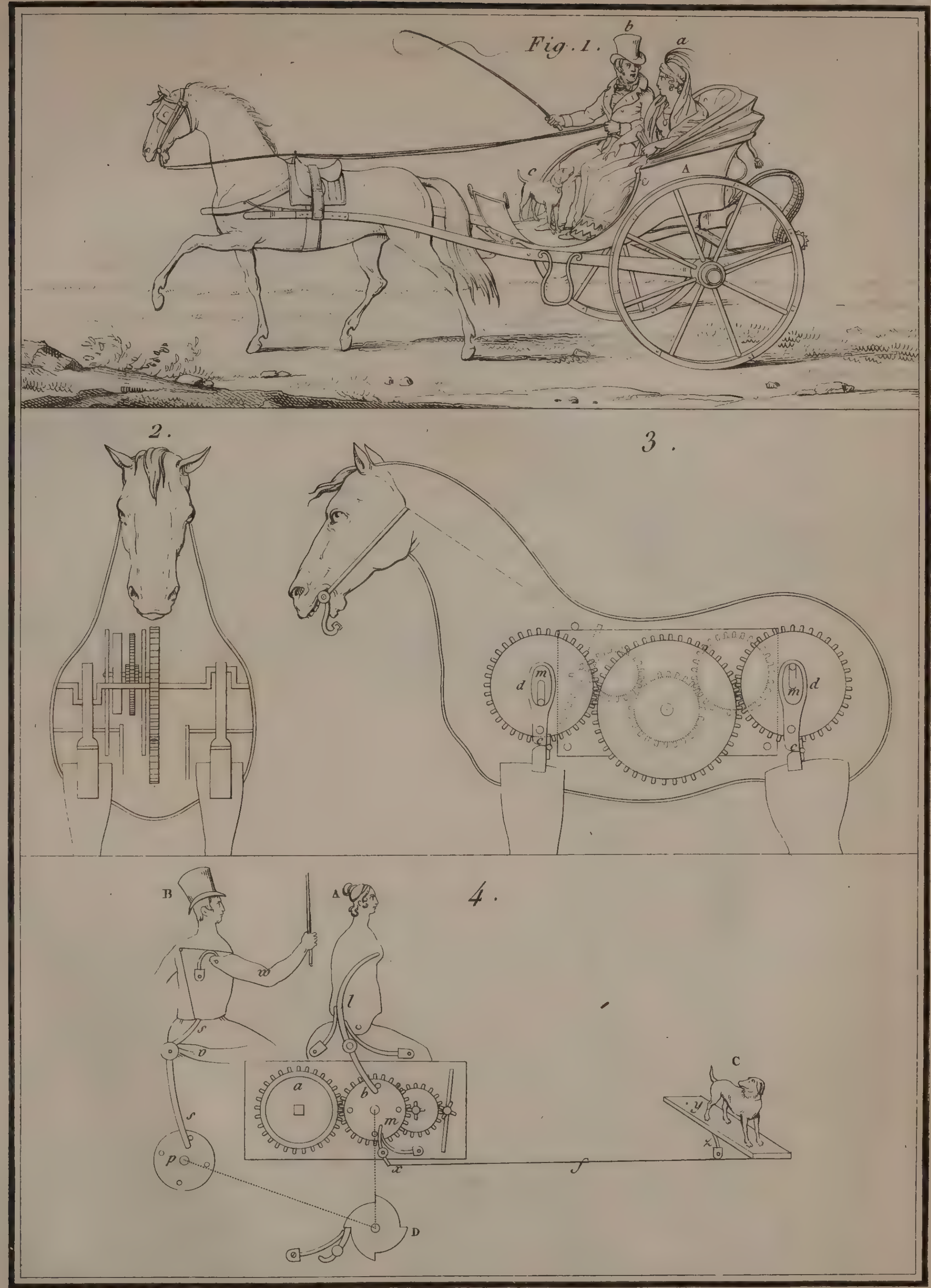




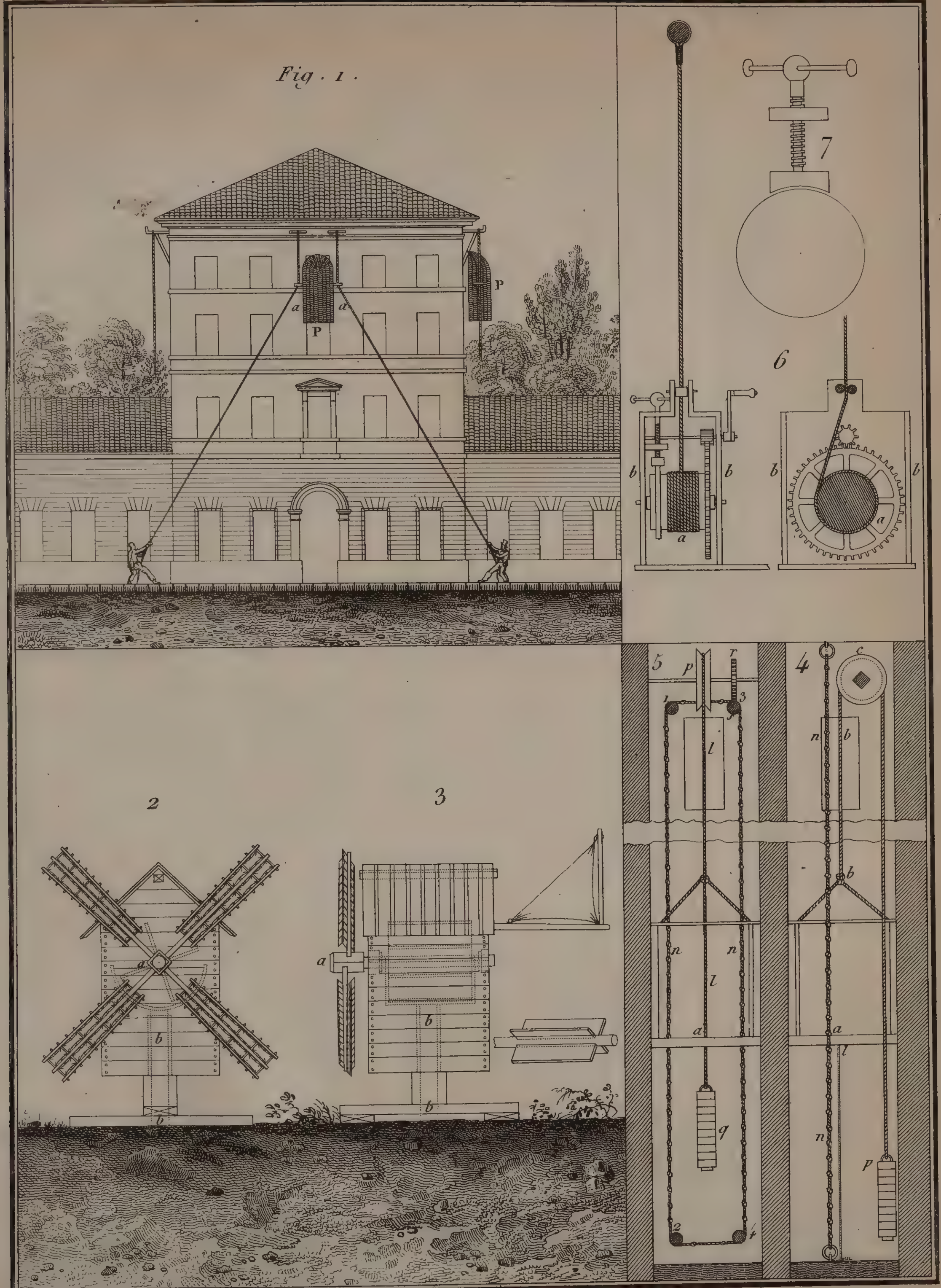
Dessiné par Girard.. Gravé par Adam.



Dessiné par Girard. Gravé par Adam.

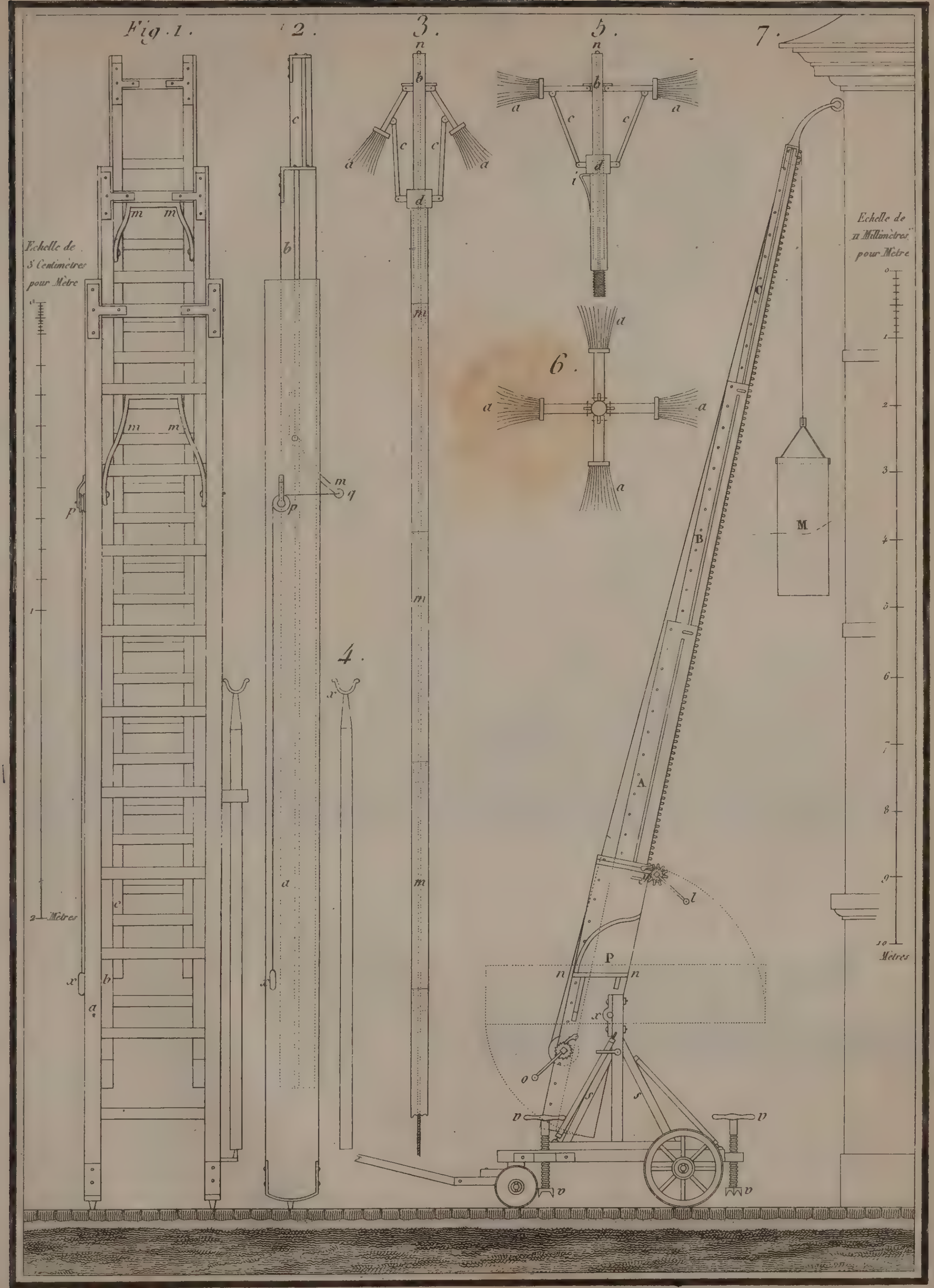


Dessiné par Girard. *Gravé par Adam.*



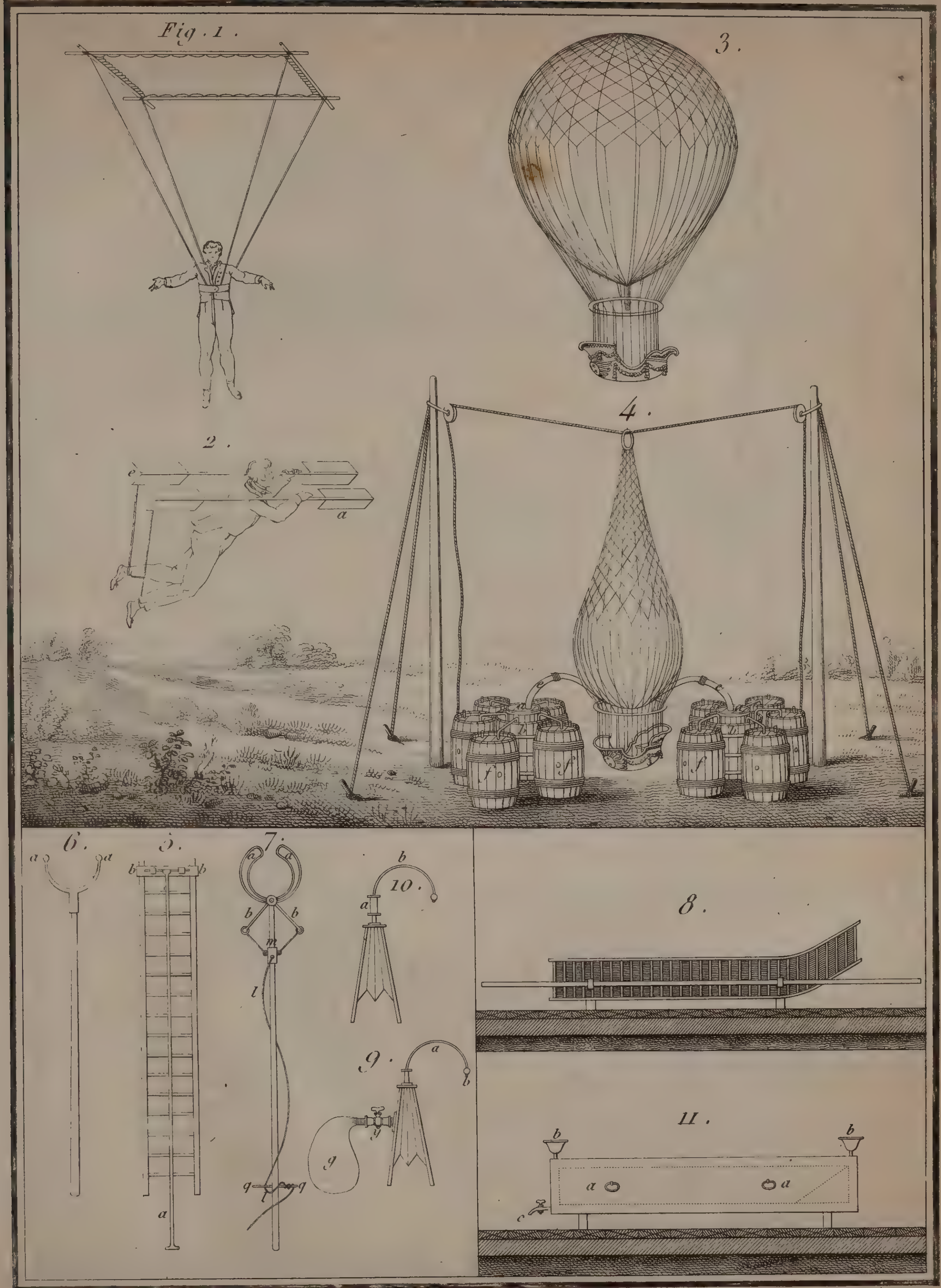
Dessiné par Girard *Gravé par Adam*



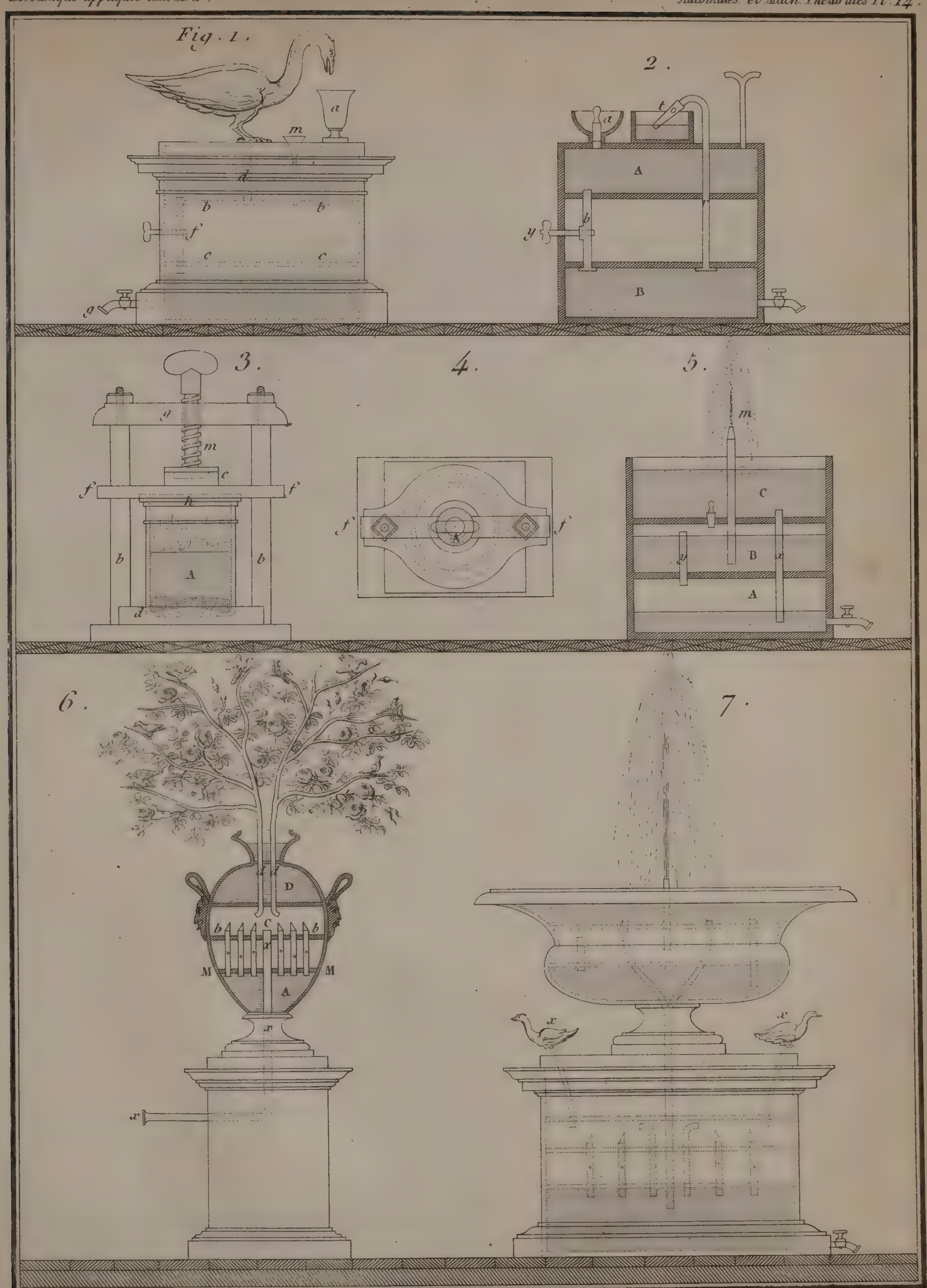


Dessiné par Girard. Gravé par Adam.

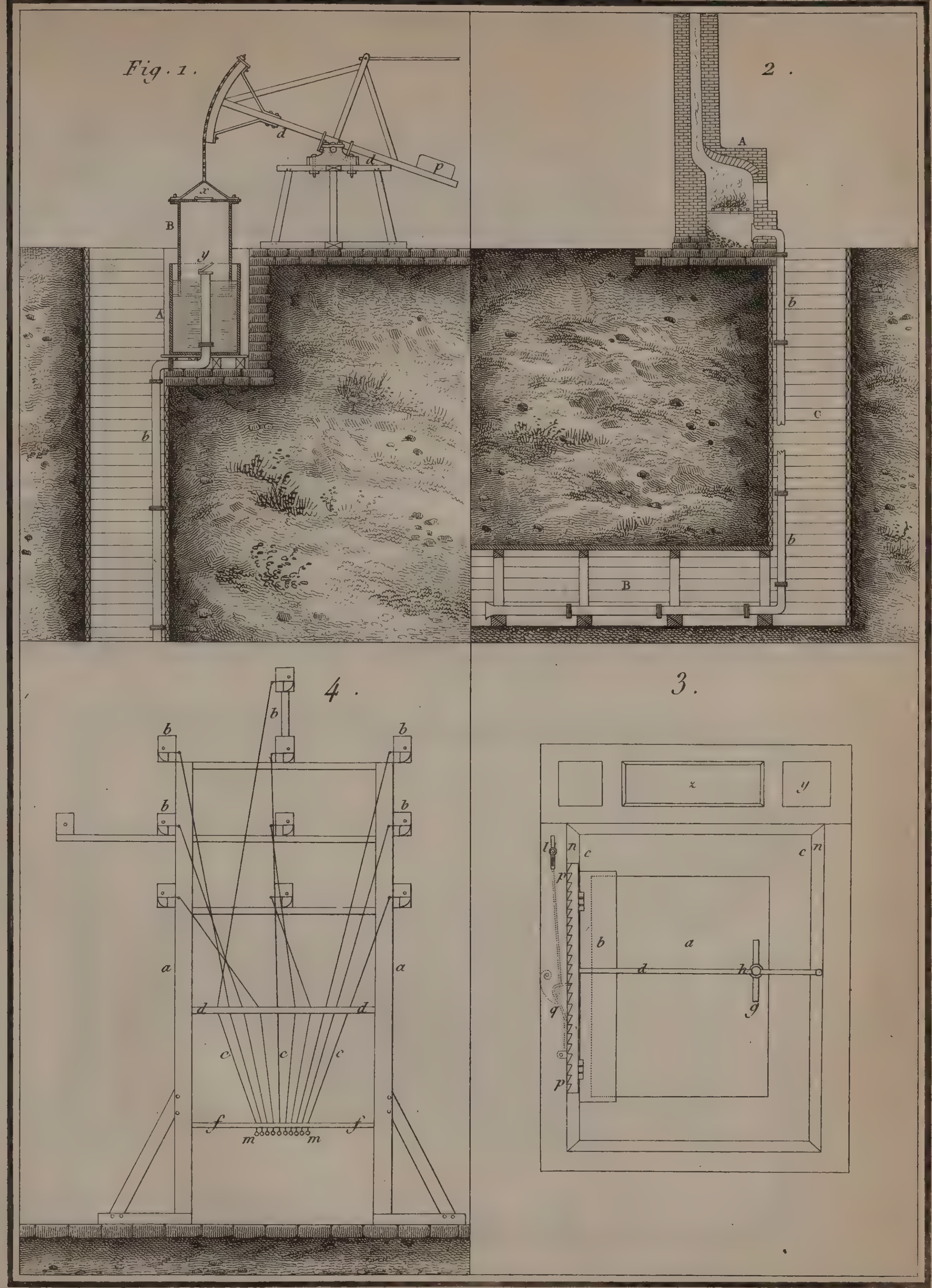




Dessiné par Girard. *Gravé par Adam.*

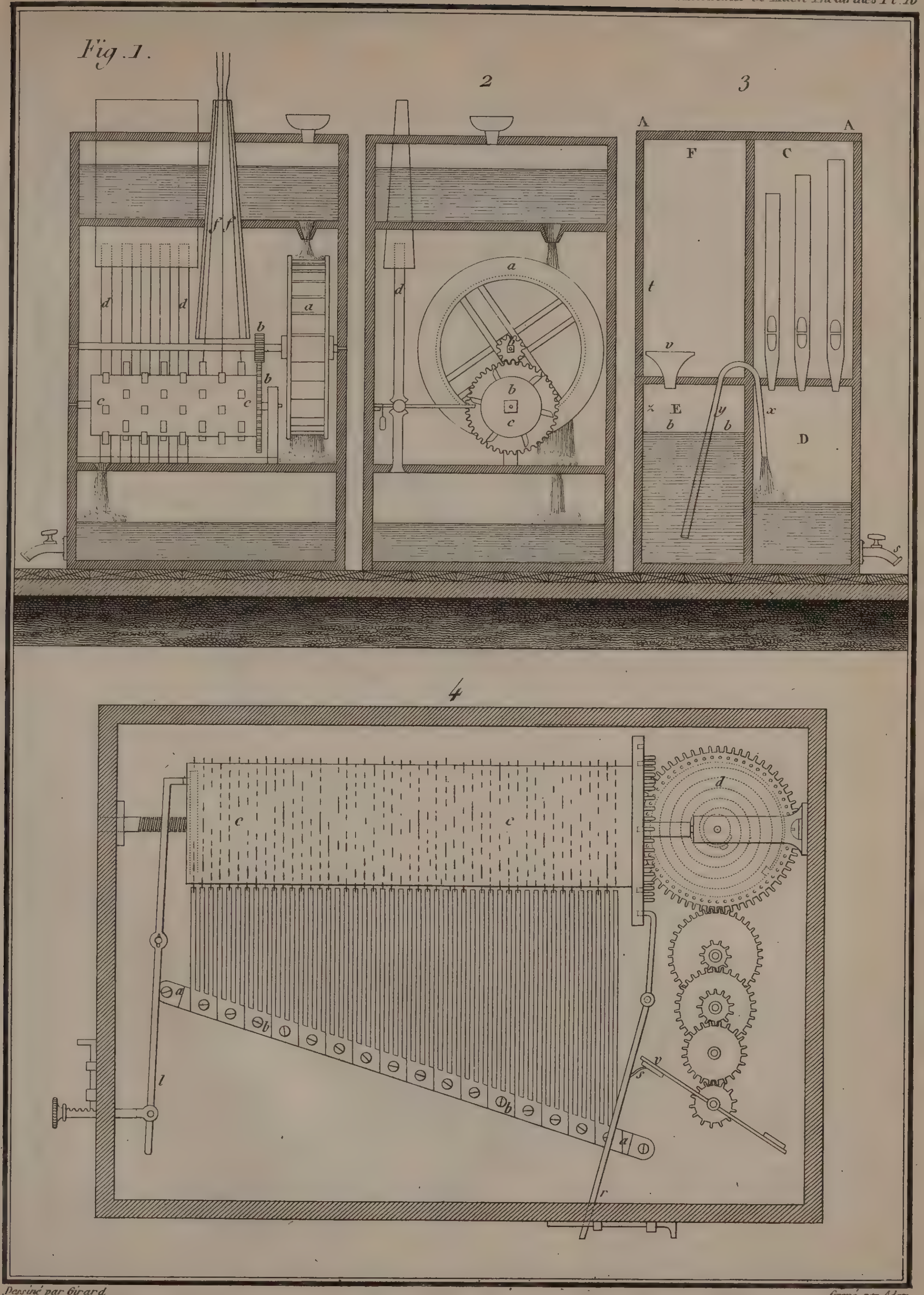


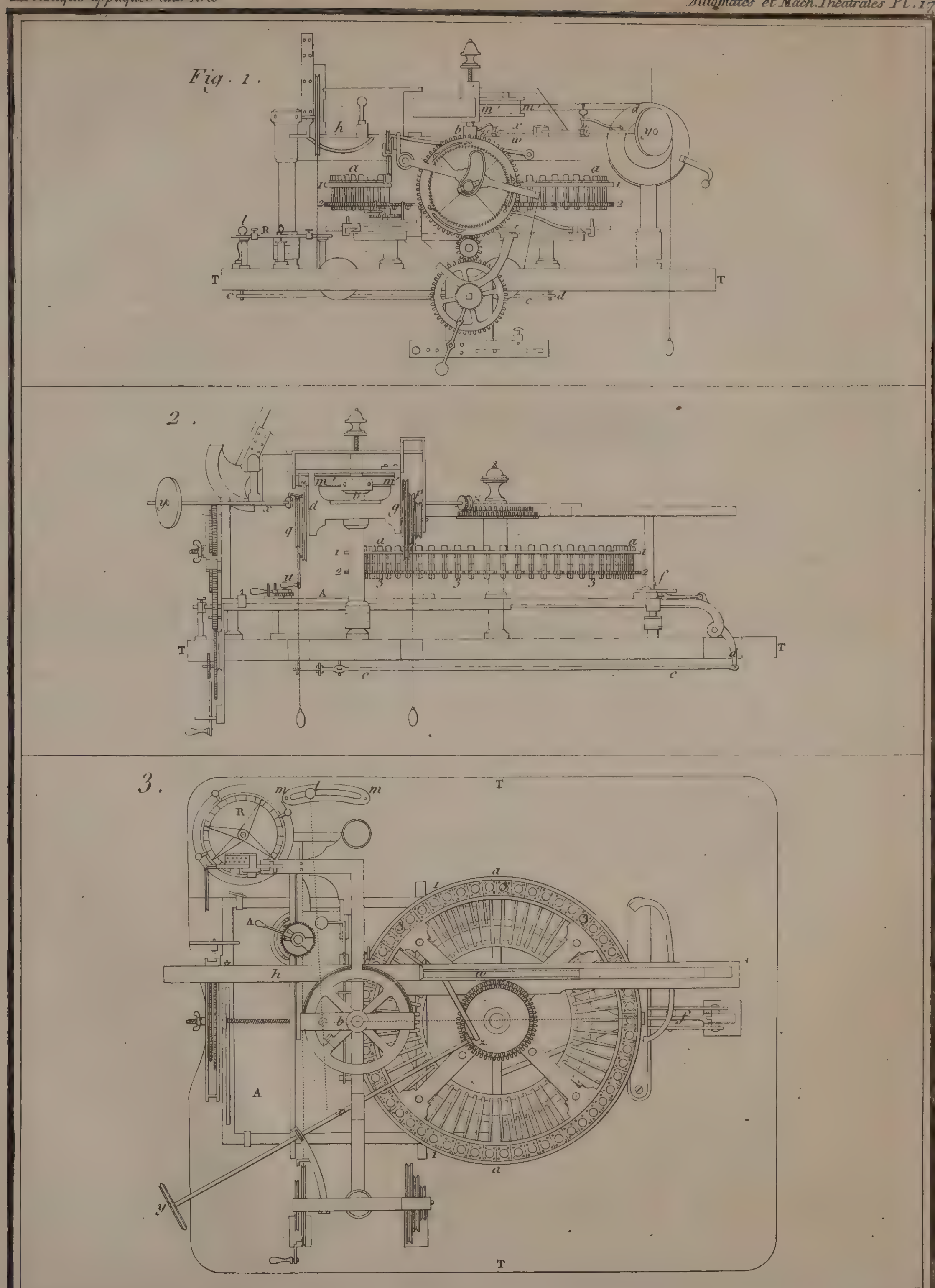
Dessiné par Girard. *Gravé par Adam.*



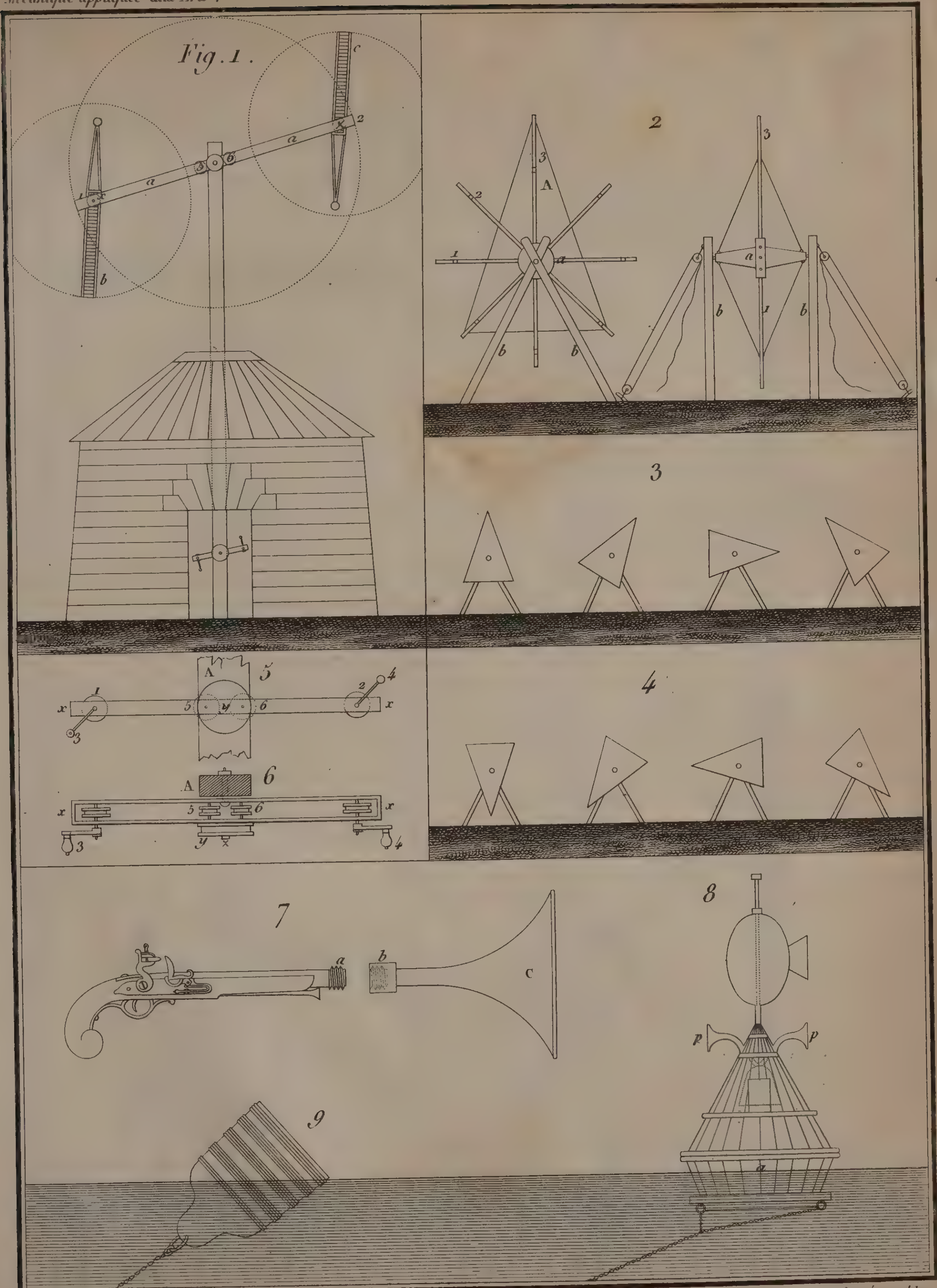
Dessiné par Girard.
Gravé par Adam.




Fig. 1.
2
3
4
A
A
F
C
E
D
a
b
c
d
f f
t
v
x
y
s
l
r

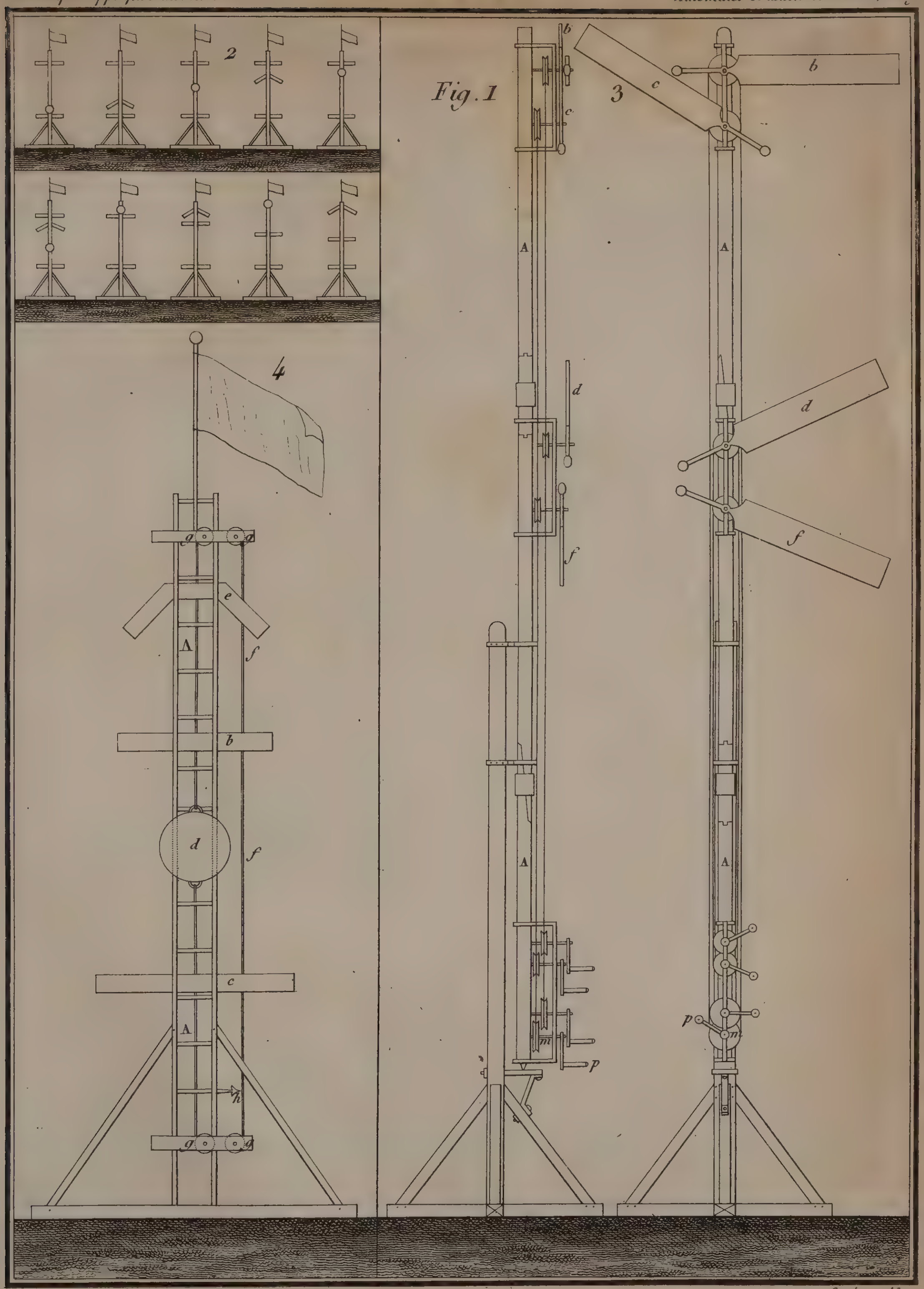


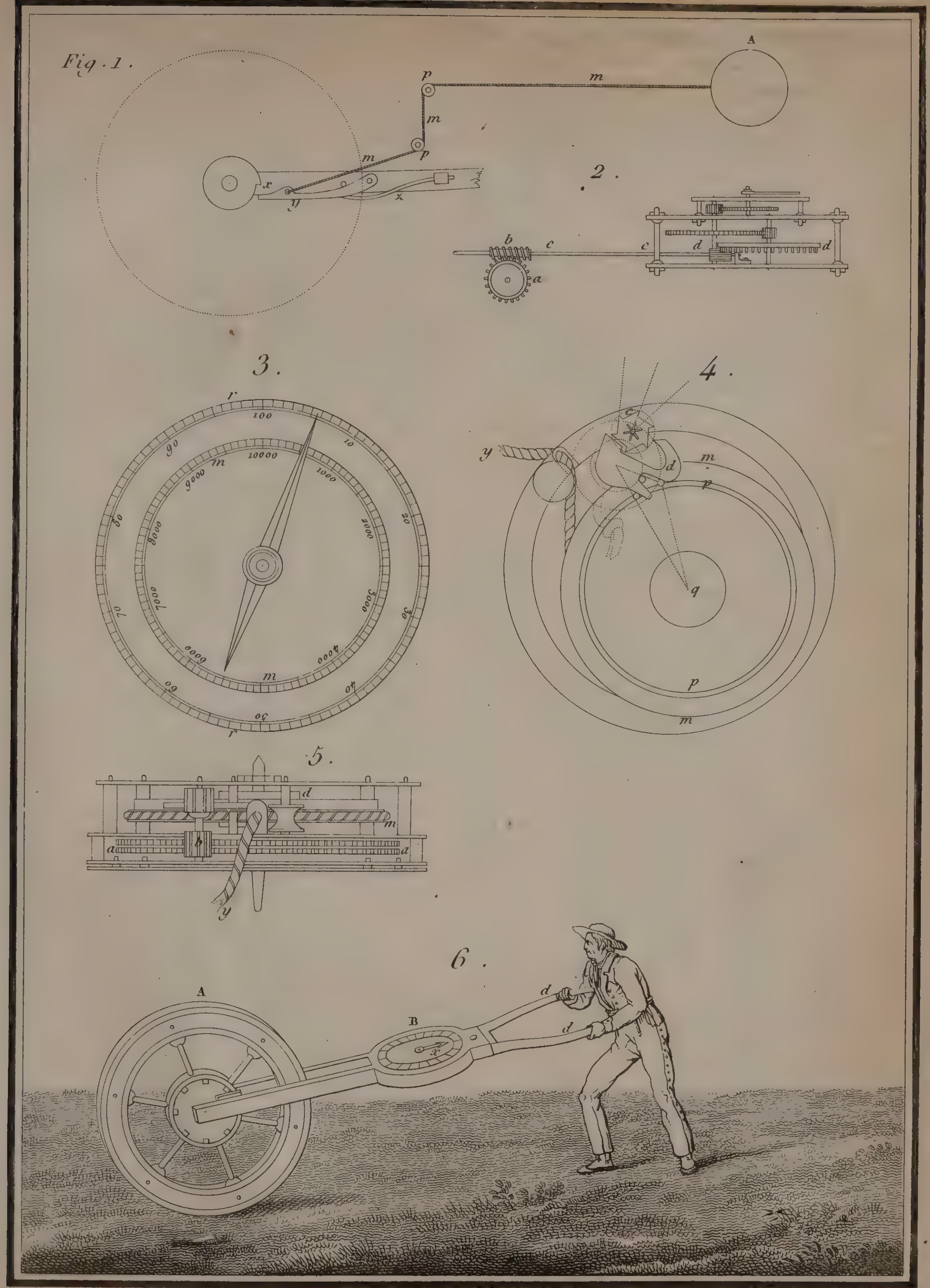
Dessiné par Girard
Gravé par Adam



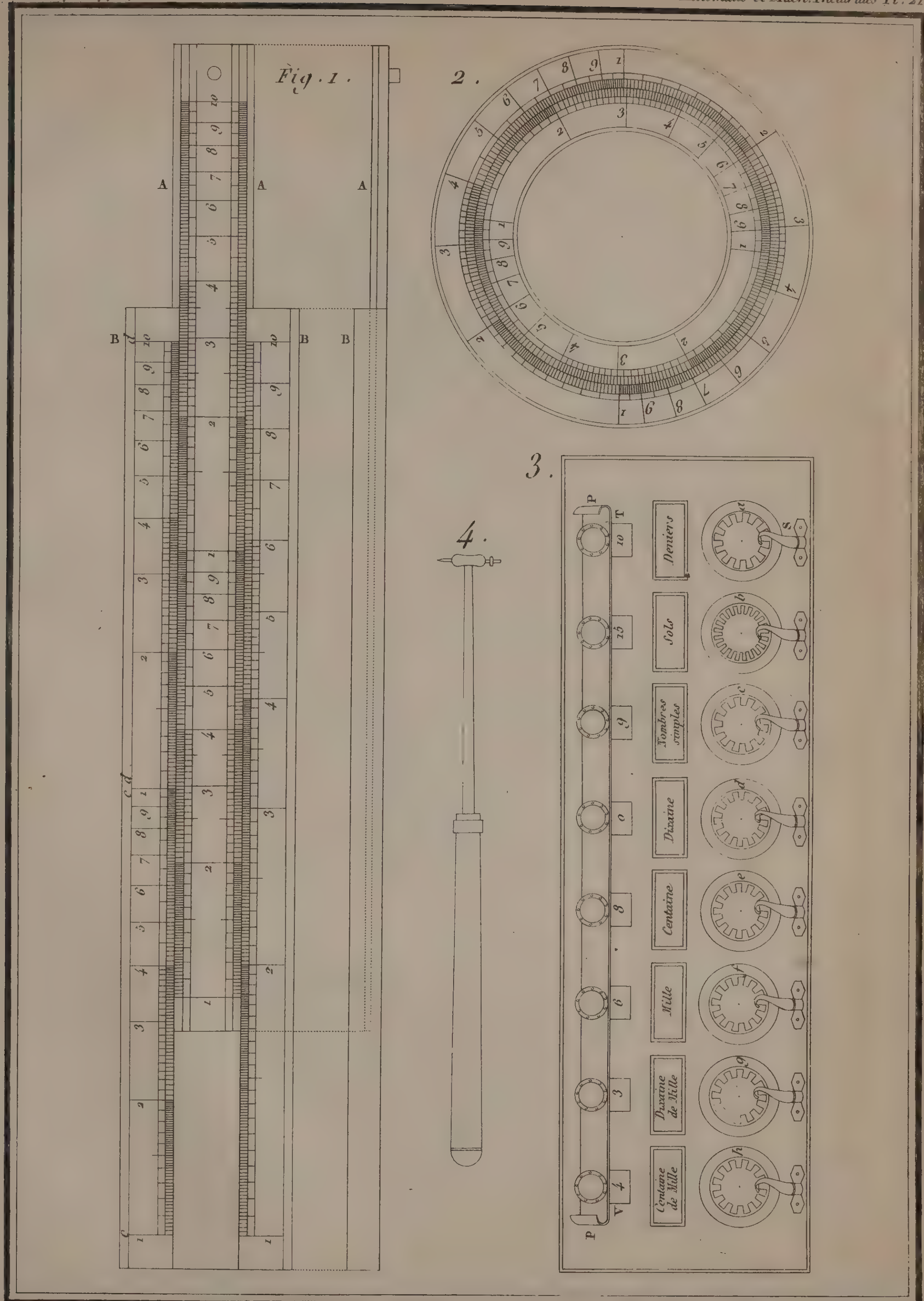
Dessiné par Girard

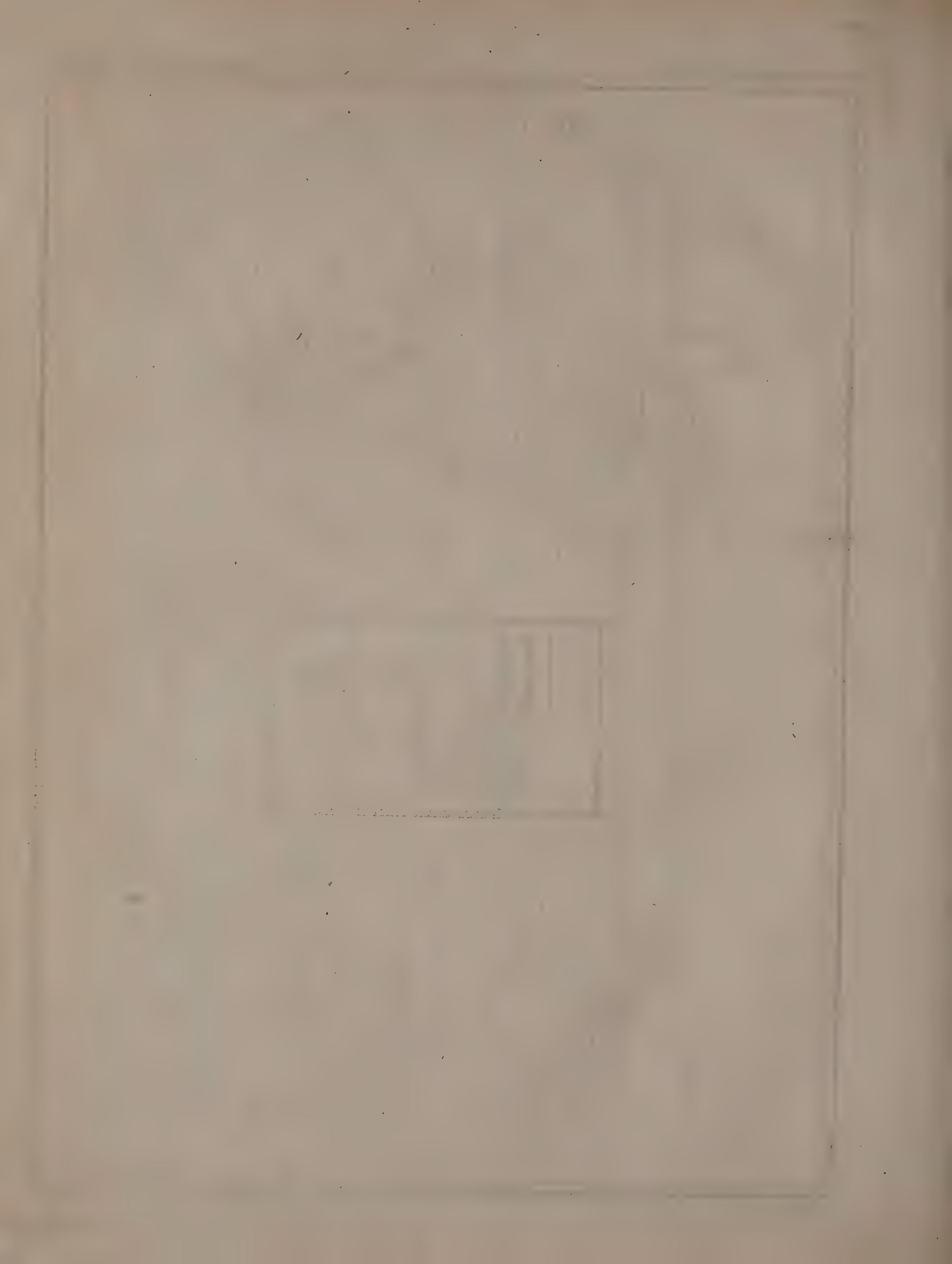
Gravé par Adam

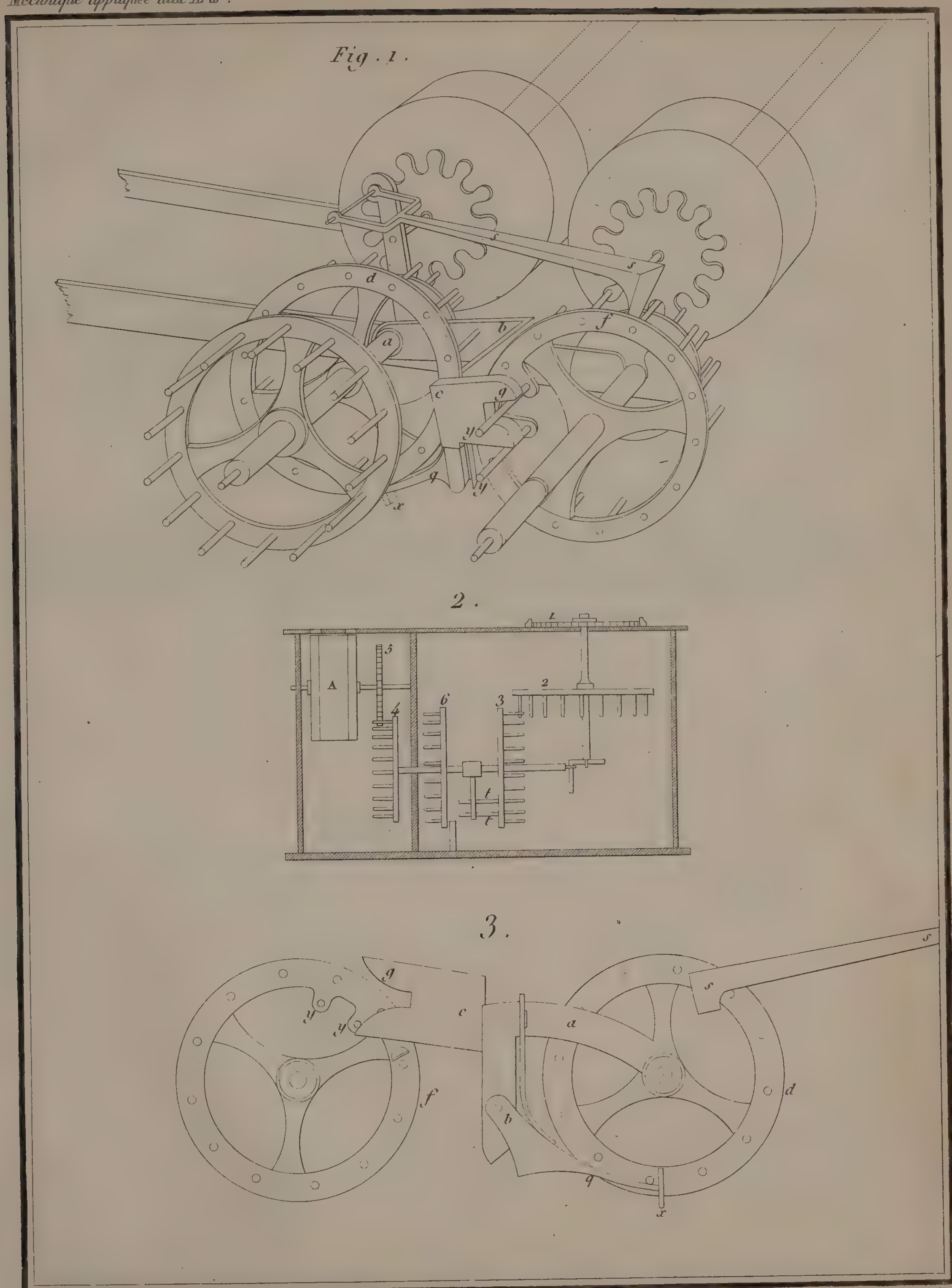

Fig. 1
2
3
4
A
b
c
d
e
f
g
h
m
p


Fig. 1.
A
p
m
m
p
m
x
y
x
2.
b
c
c
d
d
a
3.
r
100
10
90
m
10000
1000
9000
80
8000
2000
20
7000
3000
70
30
6000
4000
m
60
40
50
r
4.
y
c
d
m
p
q
p
m
5.
d
m
a
b
d
y
6.
A
B
d
d
x

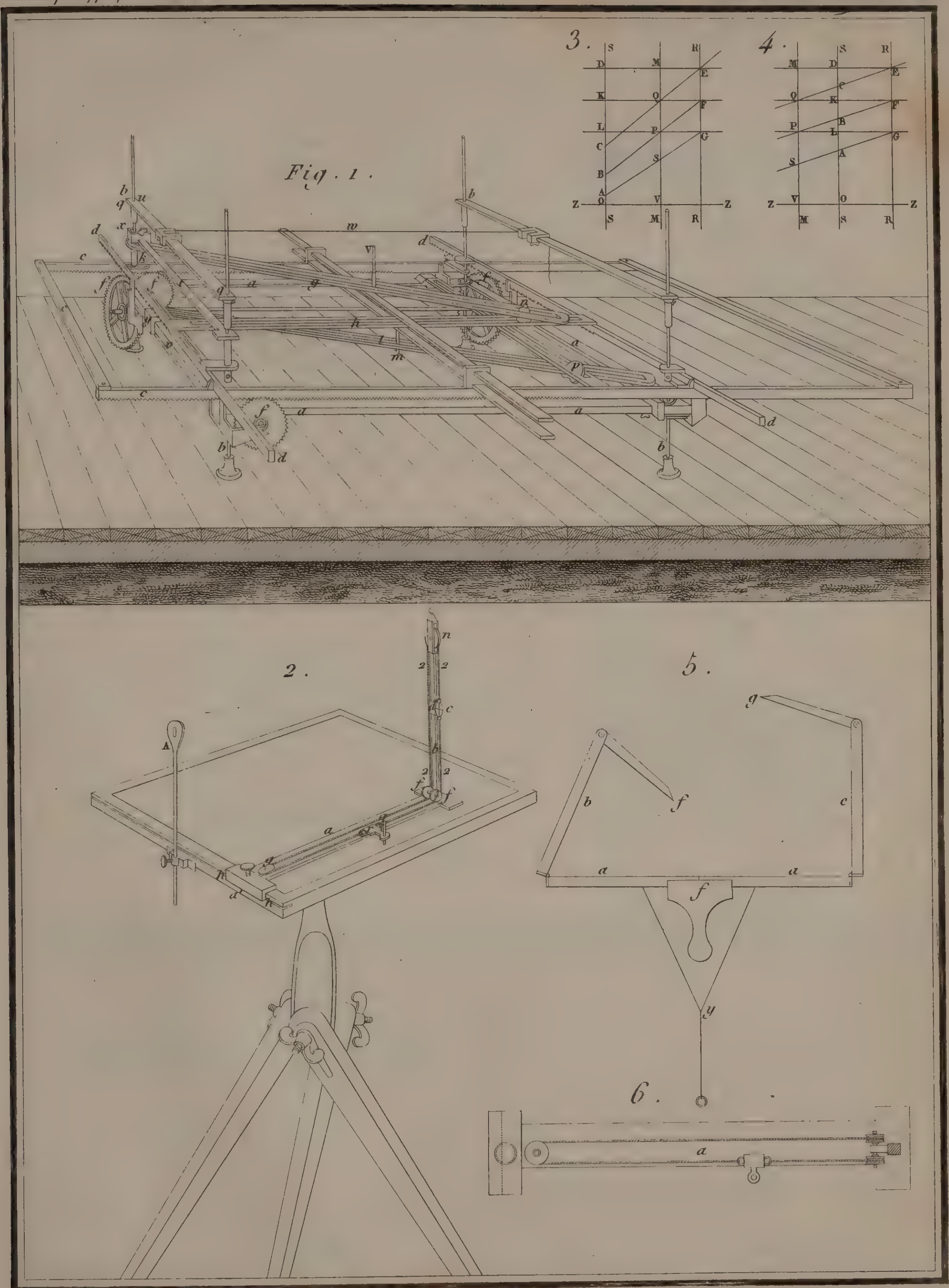



Fig. 1.
A
A
A
B
B
B
2.
3.
4.
P
T
Deniers
Sols
Nombres simples
Dixaine
Centaine
Mille
Dixaine de Mille
Centaine de Mille
V
P



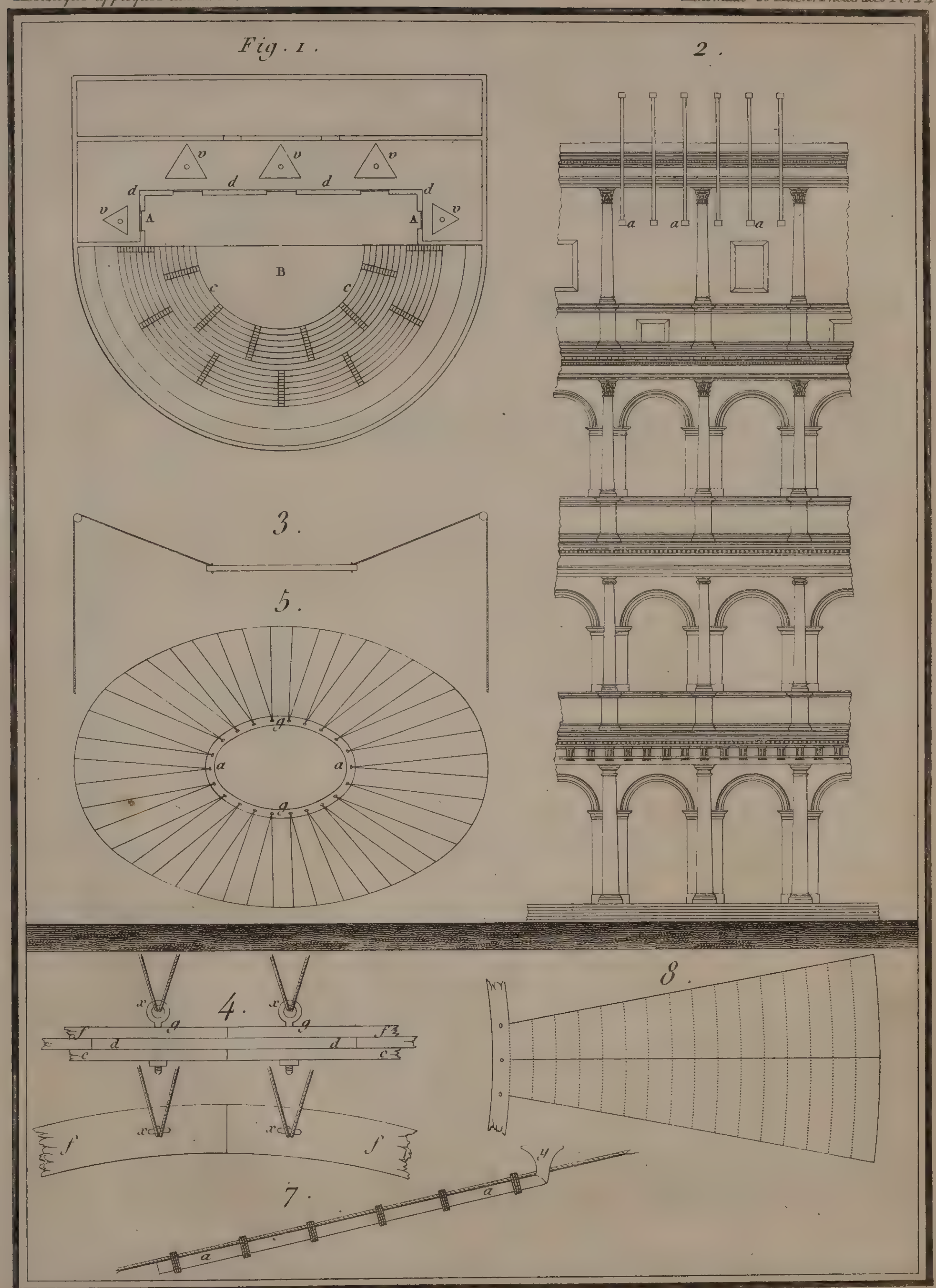


Dessiné par Girard. Gravé par Adam.

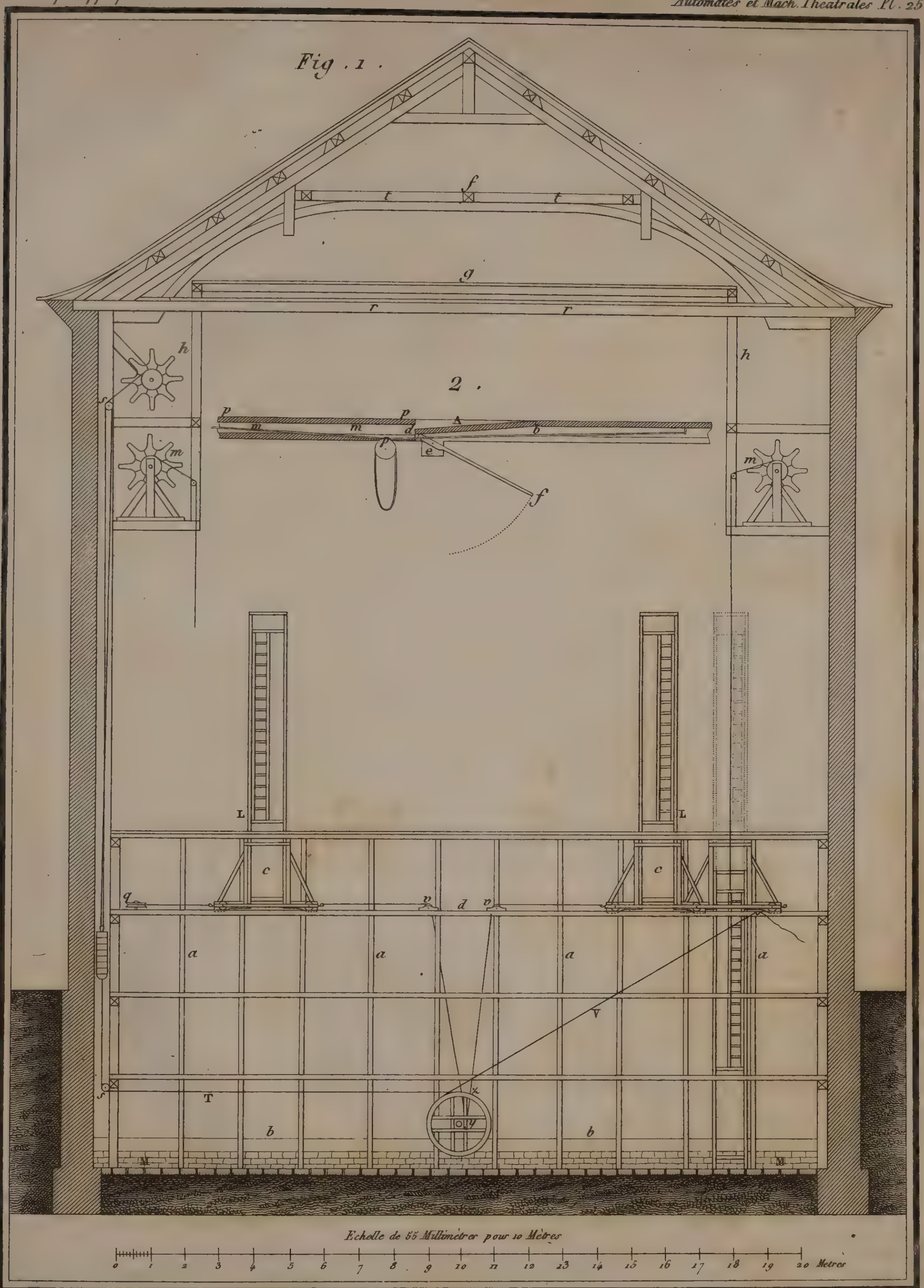


Dessiné par Girard. Gravé par Adam.



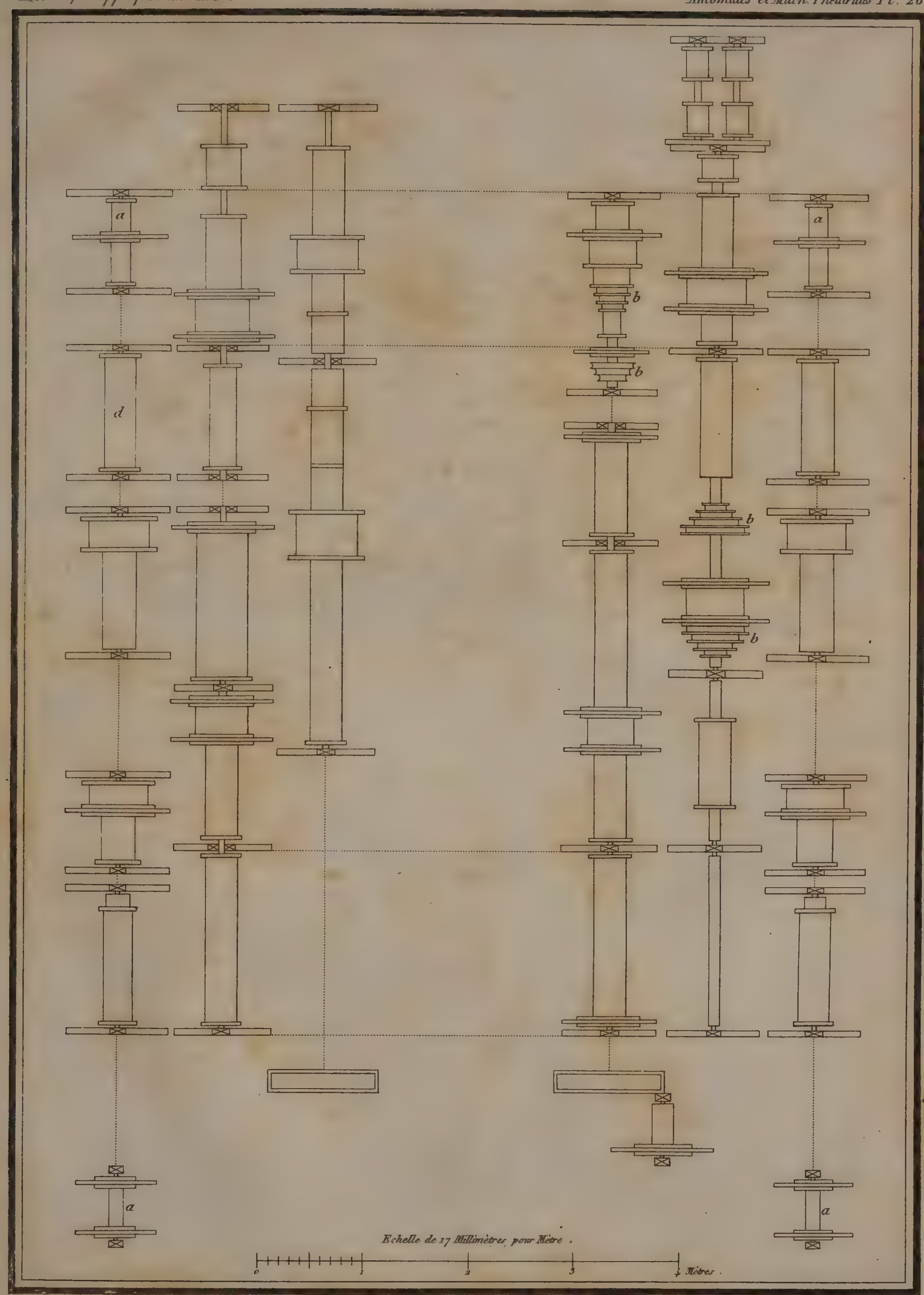


Dessiné par Girard. Gravé par Adam

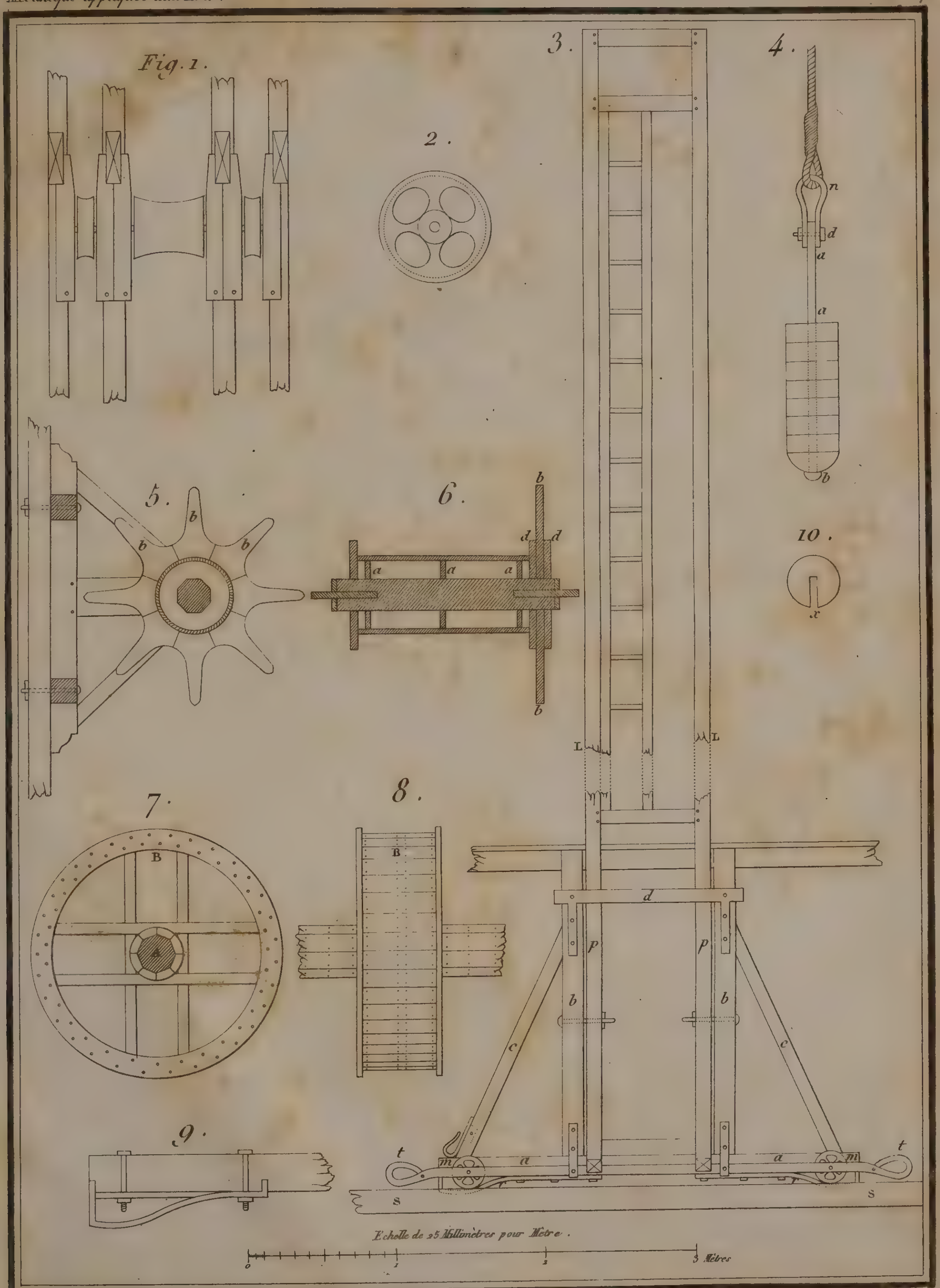


Dessiné par Girard

Gravé par Adam.



Dessiné par Girard. Gravé par Adam.



Dessiné par Girard.
Gravé par Adam.

